



EESTI MAAÜLIKOOL
Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Gatriin Pikkmets

**KITSEPIIMA KOOSTISE JA LAAPUMISOMADUSTE
MONITORING**

**MONITORING OF THE COMPOSITION AND RENNET
COAGULATION PROPERTIES OF GOATS MILK**

Magistritöö
Toiduainete tehnoloogia õppekava

Juhendajad: lektor Vilma Tatar, *MSc*
dotsent Ivi Jõudu, *PhD*
nooremteadur Liis Lutter, *MSc*

Tartu 2021

Eesti Maaülikool		Magistritöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51006			
Autor: Gatriin Pikkmets		Õppekava: Toiduainete tehnoloogia	
Pealkiri: Kitsepiima koostise ja laapumisomaduste monitooring			
Lehekülgi: 55	Jooniseid: 5	Tabeleid: 11	Lisasid: 2
Õppetool: Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetool			
Uurimisvaldkond: Toiduainete ja jookide tehnoloogia T430			
Juhendajad: Ivi Jõudu, <i>PhD</i> ; Vilma Tatar, <i>MSc</i> ; Liis Lutter, <i>MSc</i>			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2021			
<p>Piima koostis ja laapumisomadused mõjutavad oluliselt juustu väljatulekut ja kvaliteeti. Antud magistritöö eesmärk oli uurida kitsepiima koostist ja laapumisomadusi aastase perioodi jooksul. Magistritöö kirjanduse analüüsi osas, anti ülevaade kitsepiima koostisosade sisaldusest ning sellest, kuidas erinevad koostise näitajad mõjutavad kitsepiima laapumisomadusi. Kitsepiima segupiima proove koguti ajavahemikul 14.02.2019 kuni 06.06.2020, millest määrati piima koostiskomponentide (rasv, valk, laktoos) sisaldus ja somaatiliste rakkude arv, karbamiid, pH ning laapumisomadused. Piimaproove oli kokku nelikümmend kaks tükki. Uurimustöö tulemusel sisaldas kitsepiim keskmiselt: 3,69% rasva, 3,14% valku, 4,48% laktoosi, somaatiliste rakkude skoor oli 6,0, keskmiseks karbamiidi sisalduseks saadi 504 mg/l, pH keskmine sisaldus saadi 6,7. Keskmine piima laapumise aeg (R) oli 13,4 minutit alates laabi lisamisest, kalgendi tugevus (A₃₀) 30 minuti möödudes oli keskmiselt 36,72 mm. Uuritud proovidest laapusid hästi 85,7% ning 14,3% laapusid halvasti või ei laapunud üldse. Keskmised piimakoostise sisaldused olid suvisel kajatamisperioodil järgmised: rasv 3,28%, valk 2,83%, laktoos 4,38%, somaatiliste rakkude skoor (SRS) 5,77 ja karbamiid 111 mg/l. Keskmised piimakoostise sisaldused talvisel laudaperioodil järgmised: rasv 3,90%, valk 3,29%, laktoos 4,53%, somaatiliste rakkude skoor (SRS) 6,04 ja karbamiid 490 mg/l. Kitsepiima keemilises koostises esines ainuke statistiliselt oluline positiivne seos piimarasva ja kuivainesisalduse vahel (r=0,77). Laapumisomaduste vahel leiti positiivne oluline seos kalgendi moodustumise inentensiivsuse (K₂₀) ja laapumise aja (R) vahel (r=0,36, r=0,7). Kalgendumise aja (R) ja piima koostise näitajate rasva ja valgu vahel leiti oluline</p>			

positiivne seos ($r = 0,45$, $r = 0,72$). Kalgendi tugevuse (A_{30}) vahel leiti positiivne oluline seos laktoosi ja karbamiidi vahel ($r = 0,42$, $r = 0,60$).

Märksõnad: kitsepiim, piima koostis, laapuvus, laudaperiood, karjatamisperiood

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Master's Thesis	
Author: Gatriin Pikkmeets		Curriculum: Food Technology	
Title: Monitoring of the composition and rennet coagulation properties of goats milk			
Pages: 55	Figures: 5	Tables: 11	Appendixes: 2
Chair: Chair of Food Science and Technology Field of research: Food and drink technology T430 Supervisors: Ivi Jõudu, <i>PhD</i> ; Vilma Tatar, <i>MSc</i> ; Liis Lutter, <i>MSc</i> Place and date: Tartu 2021			
<p>Milk components and coagulation have a significant impact on the success of cheesemaking and the quality of cheese. The purpose of this master's thesis was to study goat milk composition and coagulation in a period of one year. In literature analysis of this thesis an overview is given of goat milk components, its composition and how different components impact coagulation. Samples of goat bulkmilk were collected between Feb. 14, 2019 and June 6, 2020, and dry matter components (fat, protein, lactose) were measured as well as somatic cell count, urea, pH and coagulation. There were forty two samples all in all. As a result it was found that goat milk contained on average 3.69% fat, 3.14% protein, 4.48% lactose; somatic cell score 6.0; average urea content 504 mg/l; average pH 6.7. Average time of coagulation (R) was 13.4 from the moment of adding rennet, coagulation strength after 30 minutes was 36.37mm on average. 85.7% of samples studied coagulated well, 14.3% had weak or no coagulation. Average milk composition in summer grazing months was the following: fat 3.28%, protein 2.83%, lactose 4.38%, somatic cell score 5.77 and urea 111mg/l. Average milk composition in winter months (indoors) was the following: fat 3.90%, protein 3.29%, lactose 4.38%, somatic cell score (SCS) 6.04 and urea 490mg/l. The only statistically significant positive relation in the chemical composition of goat milk was between milk fat and dry matter content ($r=0,77$). A significant positive relationship was found to exist between the intensity of coagulation (K_{20}) and the time of coagulation (R) ($r=0,36$, $r=0,7$). Time of coagulation (R) and fat and protein content showed a significant positive relationship ($r=0,45$, $r=0,72$).</p>			

Coagulation strength (A_{30}) was significantly positively linked to lactose and urea ($r=0,42$, $r=0,60$).

Keywords: goat milk, milk components, coagulation, indoor period, grazing period

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	7
1. KIRJANDUSE ANALÜÜS	9
1.1. Kitsepiima keemiline koostis	9
1.1.1. Piimarasv.....	10
1.1.2. Piimavalk	11
1.1.3. Süsivesikud	12
1.1.4. Mineraalained	13
1.1.5. Vitamiinid ja ensüümid.....	14
1.2. Kitsepiima füüsikalis-keemilised omadused.....	17
1.2.1. Happesus.....	17
1.2.2. Külumistäpp	18
1.2.3. Tihedus.....	19
1.3. Kitsepiima laapumisomadused.....	19
1.3.1. Kitsepiima laapumist mõjutavad tegurid	20
1.3.2. Piima laapumisomaduste määramise meetodikad.....	21
2. MATERJAL JA METOODIKA	24
2.1. Kitsepiima proovide kogumine, säilitamine.....	24
2.2. Teostatud analüüsid	24
2.3. Statistiline analüüs	25
3. TULEMUSED JA ARUTELU	27
3.1. Kitsepiima koostis.....	27
3.2. Kitsepiima laapumisomadused.....	30
3.3. Vaatlusperioodi mõju kitsepiima koostisele ja laapumisinäitajatele	31
3.3.1. Kitsepiima koostis kalendrikuude lõikes	31
3.3.2. pH ja laapumisinäitajad kuude lõikes.....	33
3.4. Piima koostise ja laapumisomaduste vahelised seosed	36
KOKKUVÕTE	41
KASUTATUD KIRJANDUS	44
LISAD	53
Lisa 1. Laapumisdiagrammide väljavõtte seadmest Lattodinamografo LDG v2. 0.....	54
Lisa 2. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta	55

SISSEJUHATUS

Piim on imetajate piimanäärmes toodetav bioloogiline vedelik. Viimasel ajal on piima füsioloogilist mõju inimese organismile teadusuuringutes rõhutatud ja tarbijate nõudlus kvaliteetsete piimatoodete järele on järjest suurenenud. (Kumar *et al.* 2016a) Refereerides Meisel (1993a,b, 1997), Morand-Fehr (1996), Reinert ja Fabre (1996), Spuergin *et al.* (1997) ja Restani *et al.* (1999) artikleid on Greppi *et al.* (2008) väitnud, et tööstusriikides moodustavad piimavalgud 30% kogu toiduvalgu tarbimisest ja 75% Ca tarbimisest.

Piim ja piimatooted on inimestele üheks oluliseks toiduks. Piimas on palju eluks kasulikke toitaineid. Paljude imetajate piima näiteks lehma-, kodukitse- või lambapiima, tarbivad inimesed nii töötlemata kui töödeldud kujul. Kõige tuntum ja tarbitavam piim on lehmapiim, kuid järjest rohkem populaarsust kogub kitsepiim. Kitsepiim erineb lehmapiimast selle poolest, et kitsepiimal on parem seeditavus, leeliselisus, puhverduisvõime ning teatavad terapeutilised raviomadused. Kitsepiim sisaldab suuremas koguses Ca, Mg ja P kui lehma- ja lambapiim, kuid D, B12-vitamiini ja folaatide sisaldus on väiksem. Kolm rasvhapet: kaproonhape, kaprüülhape ja kapriinhape mõjuvad tervendavalt mitmesuguste vaevuste all kannatavatele inimestele. (Kumar *et al.* 2016a, Kumar *et al.* 2016b) Umbes 15% maailma kitsepiimast toodetakse euroopas (FAOSTAT 2019) ja sellest umbes 95% kasutatakse kitsepiimatoodete valmistamiseks (Boyazoglu, Morand-Fehr 2001). Kitsepiim on alternatiiviks inimestele, kes on tundlikud laktoosi ja allergeenide suhtes. Erinevus lehma- ja kitsepiima valgufraktsioonis on α 1-kaseiini sisalduses, mida on kitsepiimas 62,8% vähem kui lehmapiimas. (Ceballos *et al.* 2009, Zenebe *et al.* 2014) Piimast valmistatakse palju erinevaid piimatooteid. Selleks, et valmistada heade omadustega tooteid, peab piim olema täisväärtuslik. Uuringute käigus on selgunud et, piima koostist mõjutavad paljud olulised tegurid, mis omakorda mõjutavad piimatoodete valmistamise protsessi ja omadusi. Üheks väga oluliseks piima koostist mõjutavaks teguriks on laktatsiooniperiood. Kitsepiima tehnoloogilisi omadusi mõjutab peamiselt piimavalk. Laktatsiooniperiood mõjutab oluliselt valgusisaldust ja keemilist koostist, see omakorda mõjutab kitsepiimatoodete koostist ja tehnoloogiat. Piima koostis mõjutab selle laapumisomadusi. Kui meil on olemas hea koostisega piim, siis suure tõenäosusega saame sellest ka heade laapumisomadustega piima, ning sellest on võimalik valmistada kvaliteetset juustu. (Idamokoro *et al.* 2017)

Antud töö eesmärgiks, oli uurida, kitsepiima koostist, laapumisomadusi ja nende omavahelisi seoseid ühe kitsefarmi segupiima aastase monitooringu jooksul.

Tänuavaldus:

Töö autor tänab BioCC OÜ, kelle projekti, EU48686 Healthy Food, raames koguti töö jaoks vajalikke andmeid.

1. KIRJANDUSE ANALÜÜS

1.1. Kitsepiima keemiline koostis

Kitsepiim sarnaneb oma põhikoostise poolest lehmapiimaga. Park *et al.* (2007) arikli järgi sisaldab kitsepiim 3,8% rasva, 8,9% rasvata kuivainet, 4,1% laktoosi, 4,3% valku, 2,4% kaseiini, 0,8% tuhka, 0,4% mittevalgulist lämmastikku ja 0,6% albumiini (tabel 1). Kitsepiimas on rohkem rasva, valku ja tuhka ning vähem laktoosi kui lehmapiimas. Kitsepiim sisaldab pisut vähem kogu kaseiini, kuid rohkem mittevalgulist lämmastikku kui lehmapiim. Kitsepiimas ja lehmapiimas on umbes 2 korda madalam valgu- ja tuhasisaldus kui lambapiimas (tabel 1). Kitse-, ja lehmapiima kuivaine sisaldus ja kalorsus on sarnased. (Pietrzak-Fiećko, Kamelska-Sadowska 2020, Greppi *et al.* 2008) Mitme Euroopa tõu kitsed toodavad troopikas madalama rasvasisaldusega piima kui parasvöötmes elavad kitsetõud. Kääbuskitsede piima rasva-, valgu- ja laktoosisisaldus on teistest tõugudest märkimisväärselt suurem. (Jenness 1989)

Pühvli piimas on väga kõrge rasvasisaldus, mida on kaks korda rohkem kui kitsepiimas. Rasva ja valgu suhe pühvlipiimas on umbes 2:1. Võrreldes kitsepiima ja pühvlipiima kaseiini ja valgu suhet, siis pühvlipiimas on see tunduvalt kõrgem kui kitsepiimas. Lambapiimas on kõrgem rasva- ja valgusisaldus kui kitse- ja lehmapiimas; ainult pühvli- ja jakipiim sisaldavad rohkem rasva. Kui võrrelda lehmade, pühvlite ja veiste piima laktoosisisaldust, siis kitsepiimas on seda kõige vähem. (FAOSTAT 2020, Barłowska *et al.* 2011)

Tabel 1. Lehma-, kitse-, pühvli- ja lambapiima koostised (Park *et al.* 2007)

Koostis	Kits	Lammas	Veis	Pühvel
Rasv %	3,8	7,9	3,6	8,3
Rasvata kuivaine %	8,9	12	9	-
Laktoos %	4,1	4,9	4,7	4,79
Valk %	3,4	6,2	3,2	4,65
Kaseiin %	2,4	4,2	2,6	4,38
Albumiin, globuliin %	0,6	1	0,6	-
Mittevalguline N %	0,4	0,8	0,2	-
Tuhk %	0,8	0,9	0,7	-
Energia, cal / 100 ml	70	105	69	-

Kitsepiima koostist mõjutab kitse tõug, aastaaeg, keskkonnatingimused, toitumine, laktatsiooni staadium ja udara tervislik seisud (Park *et al.* 2007).

Erinevad uuringud on näidanud, et laktatsiooniperioodil on suur mõju kitsepiima vadakuvalgu ja kaseiini füüsikalise-keemilistele ja funktsionaalsetele omadustele, eriti ternespiima valgu omadustele esimesel päeval pärast poegimist (Wang *et al.* 2016, Sun *et al.* 2019). Wang *et al.* (2016) ja Sun *et al.* (2019) uuringus selgus, et Saane kitse ternespiima valgusisaldus oli ligikaudu 2,7 korda suurem kui normaalpiimal ning vadakuvalgu ja kaseiinisaldus vähenes laktatsiooniperioodi edenedes ja seejärel stabiliseerus.

1.1.1. Piimarasv

Rasv ja rasvataolised ained on väga olulised komponendid kitsepiimas. Sellest sõltub piima hind kui ka toitumuslikud, füüsikalise-keemilised ja sensoorsed omadused, mis kantakse edasi kitsepiimast valmistatud toodetele. (Park *et al.* 2007) Piimarasv on kitsepiima peamine energiakomponent ja annab piimale maitset ja lõhna (Bauman, Griinari 2001).

Rasv on kvantitatiivselt ja kvalitatiivselt muutuvaim komponent piimas ning seda mõjutavad paljud tegurid (Rayn-Ljutovac *et al.* 2008). Erinevatel kitsetõugudel võib piimarasva sisaldus olla erinev, näiteks Saane tõul võib see olla 3,25% ja Tšehhi lühikarvalisel tõul kuni 3,82% (Mioč *et al.* 2008). Kõige suurema osa (97%) lipiidide fraktsioonist moodustavad triatsüülgütseroolid. Lipiidifraktsioonid esinevad ka lihtlipiididena, nagu diatsüülgütseroolid, monoatsüülgütseroolid ja kolesterooli estrid ning komplekslipiididena, nagu fosfolipiidid ja rasvlahustuvad ühendid nagu steroolid, kolesterooli estrid ja süsivesinikud. (Park *et al.* 2007)

Piimarasv sisaldab umbes 400 erinevat rasvhapet. Võrreldes lehmapiimaga esineb kitsepiima rasvas rohkem või- (C4:0), kaproon- (C6:0), kaprüül- (C8:0), kapriin- (C10:0), lauriin- (C12:0), müristiin- (C14:0), palmitiin- (C16:0) ja linoolhappeid (C18:2) kuid vähem steariinhapet (C18:0) ja oleiinhapet (C18:1), kui lehmapiimas. (Lima *et al.* 2017) Keskmise ahelaga rasvhapetest moodustavad kolm hapet (kaproon, kaprüül ja kapriin) 15% - 18% kogu kitsepiima rasvhapete sisaldusest ning lehmapiimas ainult 5% - 9% (Dimitrova *et al.* 2020).

Kõige levinum rasvhape kitsepiimas on palmitiinhape (C16:0) (Mansson 2008). Palmitiinhape on kõige levinum küllastunud rasvhape, mida leidub taimedes, lihas ja paljudes mikroorganismides (Lemay, Oesper 1986). Erinevalt lehmapiimast, esineb kitsepiimas oluliselt rohkem lühikese ja keskmise ahelaga rasvhappeid. Kitsepiimas on rohkem n-3 ja n-6 polüküllastumata rasvhappeid ja konjugeeritud linoolhapet. (Ceballos *et al.* 2009) Piimarasva eristab ainulaadne struktuur, mis koosneb rasvagloobulitest, need omakorda koosnevad triatsüülgütseroolide tuumast, mis on kaetud membraaniga. Gloobulimembraan koosneb fosfolipiididest, sfingolipiididest, glükolipiididest, kolesteroolist ja valkudest, mis on saadud endoplasmaatilisest võrgustikust ja piimanäärme epiteeli apikaalsest membraanist. (Argov-Argaman *et al.* 2016) Rasvagloobulite diameeter kitsepiimas on väiksem kui lehmapiimas. Rasvagloobulite suurusjaotus mõjutab piima viskoosust ja tehnoloogilisi omadusi piimatoodete valmistamisel. Tänu väiksemale diameetrile jaotuvad kitsepiima rasvagloobulid paremini keskkonnas kui veisepiima rasvagloobulid. (Jenness, Parkash 1971, Attaie, Richter 2000) Võrreldes lehmapiimarasvaga on kitsepiimarasv parema seeduvusega. See on seotud piimarasvagloobuli väiksema keskmise suurusega (Tatar *et al.* 2015) ning lühikese ja keskmise ahelaga rasvhapete suurema sisaldusega piimas (Ceballos *et al.* 2009).

1.1.2. Piimavalk

Piimavalgud on kõige olulisemad toiduvalgud inimese toitumises. Piimavalgud eristuvad paljudest teistest toiduvalkudest selle poolest, et need esinevad looduslikult hüdratiseeritud vormis ja on seetõttu kergesti lahustuvad. Vees lahustuvus annab piimavalkudele kõrge toiteväärtuse, mõjutab piimatoodete maitset ja funktsionaalseid omadusi. Piimavalkudel on suurepärane emulgeerimis-, vahustumis-, koaguleerumisomadused. (Hui 2006)

Piimavalk kui piima peamine kvaliteedinäitaja, on alati olnud uuringute keskmes. Vadakuvalk moodustab kitsepiimast 25% ja kaseiin 70%. (Chen *et al.* 2019) Valgusisalduse osas, nagu lehmapiimaski, klassifitseeritakse kaseiinid κ -, β -, αS_1 -, αS_2 ja γ -kaseiinideks ning vadakuvalgud jagunevad α -laktalbumiin, β -laktoglobuliin, immunoglobuliinid ja seerumi albumiin (Al-Saadi *et al.* 2014).

Piimavalgud jagunevad kaseiinideks ja vadakuvalkudeks. Peale selle sisaldab piim - ensüüme, mis samuti koosnevad valkudest. Kitsepiimas leiduvad viis suurema sisaldusega valku on: α -laktalbumiin, β -laktoglobuliin, κ -kaseiin, β -kaseiin ja α_2 -kaseiin. Kaseiinidest on kitsepiimas kõige rohkem β -kaseiini ja lehmapiimas on α_1 -kaseiini (Díaz-Castro *et al.* 2010). Vastupidiselt lehmapiimale, kus α_1 -kaseiin on kaseiini põhifraktsioon, on kitsepiimas β -kaseiin peamine valgufraktsioon ning avaldatud andmete põhjal on α - ja β -kaseiini suhe kitse- ja lehmapiima puhul vastavalt 0,41 ja 1,70. Kitsepiima ja lehmapiima kaseiini mitsellide erinevus on selles, et kitsepiimas on kaseiinimitsellid vähem hüdrateeritud, sisaldavad rohkem kaltsiumi ja fosforit ning on madalama soojuspüsivusega. (Jenness 1980, Assadi *et al.* 2000)

Piimavalgud sisaldavad rohkelt asendamatuid aminohappeid (Raynal-Ljutovac *et al.* 2005, Raynal-Ljutovac *et al.* 2008). Aminohapped jagunevad asendamatuteks ja asendatavateks aminohapeteks. Asendamatuid aminohapped kitsepiimas on kokku 9: treoniin, leutsiin, lüsiin, metioniin, tsüsteiin, fenüülalaniin, türosiin, valiin, isoleutsiin. Asendatavaid aminohappeid on kitsepiimas kokku 8, mis jagunevad järgmiselt: arginiin, histidiin,alaniin, asparagiinhape, glutamiinhape, glütsiin, proliin ja seriin. (Ceballos *et al.* 2009) Ceballos *et al.* (2009) artiklis, kus ta uuris sarnastes tingimustes toodetud ja identse meetoodika abil analüüsitud kitse- ja lehmapiima koostist, selgus, et esimesel juhul olid Leu, Lys, Phe ja Val sisaldused kitsepiimas oluliselt kõrgemad ($P < 0,05$), samas kui Met, Tyr, Arg, Asp, Gly ja Ser olid madalama tasemega ($P > 0,05$). Oluliste aminohapete üldtasemetes olulisi erinevusi ($P > 0,05$) ei esinenud. Iga aminohappe sisaldus 100g piima kohta järeldati, et välja arvatud Tyr ja Ser kogused, mille puhul erinevused ei olnud statistiliselt olulised ($P > 0,05$), olid kõigi teiste aminohapete omad kitsepiimas suuremad kui lehmapiimas ($P < 0,05$).

1.1.3. Süsivesikud

Kõige olulisem süsivesik kitsepiimas on laktoos ehk piimasuhkur, mis sünteesitakse piimanäärmes α -laktalbumiini juuresolekul ning seda leidub peaaegu kõikide imetajate piimas, v.a hüljeste piimas (Park *et al.* 2007). Laktoos soodustab kaltsiumi, magneesiumi, D-vitamiini ja fosfori imendumist. Lehmapiimaga võrreldes on kitsepiima laktoosi sisaldus pisut madalam, näiteks oli Ceballos *et al.* (2009) uuringus kitsepiima laktoosisisaldus 4,11% ja lehmapiimas 4,47%. Teised kitsepiimas leiduvad süsivesikud on oligosahhariidid,

glükopeptiidid, glükoproteiinid ja väikestes kogustes sisalduvad nukleotiidid. Kitsepiimas on võrreldes lehmapiimaga märkimisväärselt rohkem laktoosist saadud oligosahhariide. (Slacanac *et al.* 2010, Ceballos *et al.* 2009) Kitsepiima oligosahhariididel on keerukas struktuur, millel on erinevad glükosiidsidemed ja polümerisatsiooniastmed (vahemikus 2 kuni 7) (Martin-Ortiz *et al.* 2016). Oligosahhariidid on struktuurilt jagatud kahte klassi - neutraalsed ja happelised. Nende kahe fraktsiooni koostist ja taset mõjutavad loomaga seotud tegurid, nende laktatsioon ja piimatoodang, samamoodi nagu teised piimakomponendid. Uuringud on näidanud, et need muutujad võivad põhjustada ka happeliste ja neutraalsete oligosahhariidide sisalduse erinevusi imetamise ajal. (Mehra, Kelly 2006) Glükoosi ja galaktoosiga seotud N- atsetüülglükoosamiini või N- atsetüülgalaktoosamiini ja fruktoosi monomeerid moodustavad neutraalse oligosahhariidi, samas N- atsetüülneuramiin või N- glükolüülneuramiinhape moodustavad happelisi oligosahhariide. Neid happelisi oligosahhariide leidub kitsepiimas suurema kontsentratsiooniga kui teiste põllumajanduslike imetajate piimas, eriti kitse ternespiimas (Martínez-Ferez *et al.* 2006). Happelistel oligosahhariididel on oluline tehnoloogiline roll *Bifidobacterium bifidum* kasvu stimuleerimisel (Martin-Ortiz *et al.* 2017, Mehra, Kelly 2006, Martínez-Ferez *et al.* 2006). Piimas sisalduv laktoos võib tekitada probleeme inimestel kellel on diagnoositud laktoositalumatus (Mattar *et al.* 2012). Sellest hoolimata, taluvad paljud laktoositalumatusega inimesed kitsepiima. Kitsepiim imendub paremini kui lehmapiim, jättes käärsoolde vähem seedimata jääke ja sellest tingitult ei esine ka laktoositalumatusega inimestel ebamugavaid sümptomeid (Haenlein 2004, Aliaga 2010).

1.1.4. Mineraalained

Mineraalained kitsepiimas jagunevad makroelementideks ja mikroelementideks. Makroelementideks on kaltsium, fosfor, magneesium, kaalium, naatrium, kloor ja väävel. Mikroelementideks on magneesium, raud, vask, koobalt, tsink, jood, seleen jt. (Park *et al.* 2007) Loewenstein *et al.* (1980) leidsid, et kitsepiima kergelt soolane maitse on tingitud kitsepiima veidi madalamast laktoosisisaldusest ja suuremast kloriidisaldusest võrreldes lehmapiimaga. Kui võrrelda lamba,- kitse,- ja lehmapiima (tabel 2), siis kahe esimese mineraalainete sisaldused on tunduvalt suuremad kui lehmapiimas (Park *et al.* 2007). Kitsepiimas on rohkem Ca, P, K, Mg ja Cl ning vähem Na ja S kui veisepiimas. Suurema K-

ja Na-sisalduse tõttu on kitsepiimal spetsiifiline kergelt soolane maitse (Božanic' *et al.* 2002). Kitsepiim sisaldab umbes 134mg Ca ja 121mg P (tabel 2) (Park *et al.* 2007).

Tabel 2. Mäletsejaliste piima mineraalainete sisaldus (Park *et al.* 2007)

Koostisosad, mg/100g	Kitsepiim	Lehmapiim	Lambapiim
Ca	134	122	193
P	121	119	158
Mg	16	12	18
K	181	152	136
Na	41	58	44
Cl	150	100	160
S	28	32	29
Fe	0,07	0,08	0,08
Cu	0,05	0,06	0,04
Mn	0,032	0,02	0,007
Zn	0,56	0,53	0,57
Se	1,33	0,96	1,00
Al	-	0,05-0,18	-

Makromineraalide kontsentratsioonid ei pruugi palju kõikuda, kuid need varieeruvad olenevalt tõust, söödast, loomast, laktatsioonistaadiumist ja udara tervislikust seisundist. Kitsepiima mineraalainete sisaldust mõjutab kõige rohkem loomasööt (Park 2010). Currò *et al.* (2019) uuringust, selgus, et ternes- ja ülemineku piima nii peamiste mineraalainete kui mikroelementide, eriti Zn sisaldus, erines tavapiimast. Nendeks mineraalideks olid: K (1500 mg/kg), Ca (989 mg/kg), P (747 mg/kg), Na (304 mg / kg), S (256 mg / kg) ja Mg (96 mg/kg). Suurim Zn-sisaldus leiti 4. laktatsiooninädalal (2,94 ug/g), mis erines oluliselt 8. laktatsiooninädalast (2,47 ug/g). Peamiste mineraalide sisaldus oli madalam laktatsiooni alguses ja lõpus. (Currò *et al.* 2019)

1.1.5. Vitamiinid ja ensüümid

Olulise osa moodustavad ka piimas leiduvad vitamiinid. Piim on väärtuslik vitamiinide allikas. Piim sisaldab peaaegu kõiki teadaolevaid vitamiine. Lehmapiimaga võrreldes on kitsepiimas vähem foolhapet ja vitamiini B12, mis võib inimestel põhjustada “kitsepiima aneemiat”. Lehmapiimas on foolhappe ja vitamiin B12 tase viis korda suurem kui kitsepiimas. Foolhape on vajalik hemoglobiini sünteesiks organismis. (Jenness 1980)

Kitsepiimas on A-vitamiini sisaldus kõrgem kui lehmapiimas. Kitsed muudavad toidust saadud beeta-karoteeni piimas leiduvaks A-vitamiiniks, mistõttu on kitsepiim alati valgem kui veisepiim. Kitsepiimas on foolhapet ja B12-vitamiini (tabel 3) märkimisväärselt vähem võrreldes lehmapiimaga. (Conesa *et al.* 2008, Park *et al.* 2007) Kitsepiimas ja lehmapiimas on võrdselt puudus püridoksiinist ning vitamiinidest C ja D (Jenness 1980). Vitamiinisisaldus lambapiimas on enamasti suurem kui lehma- ja kitsepiimas (tabel 3), välja arvatud karoteen ja folaat, mille kontsentratsioon on madalam, ja pantoteenhape ning D-vitamiin, mis on lehmapiimas täheldatutega võrdses kontsentratsioonis (Park *et al.* 2007, Muehlhoff *et al.* 2013).

Refereerides Lavigne *et al.* (1989) artklit on Kondyli *et al.* (2007) väitnud oma uuringus, et kitsepiima kõrge temperatuuriga lühiajaline pastöriseerimine (HTST) on parim töötlemisviis vitamiinide säilitamiseks ja piima säilivusaja pikendamiseks, ehkki nad täheldasid tiamiini, riboflaviini ja C-vitamiini kadusid. Tabelis 3 on ära toodud kitse-, lamba-, ja lehmapiima vitamiinide erinevused (Balthazar *et al.* 2017).

Tabel 3. Lehma-, kitse- ja lambapiima vitamiinisisaldus (Balthazar *et al.* 2017)

Vitamiinid	Lehm	Kits	Lammas
Retinool ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	$35,0 \pm 8,0$	$0,04 \pm 0,0$	$64,0 \pm 19,5$
Karotenoidid ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	$16,0 \pm 8,0$	-	-
Vitamiin A ($\mu\text{gRE}/100\text{g}$)	$37,0 \pm 8,0$	$54,32 \pm 0,0$	$64,0 \pm 5,5$
Vitamiin E ($\text{mg}/100\text{ g}$)	$0,08 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,0$	$0,11 \pm 0,01$
Tiamiin ($\text{mg}/100\text{ g}$)	$0,04 \pm 0,01$	$0,059 \pm 0,0$	$0,07 \pm 0,01$
Riboflaviin ($\text{mg}/100\text{ g}$)	$0,2 \pm 0,01$	$0,175 \pm 0,0$	$0,3 \pm 0,02$
Niatsiin ($\text{mg}/100\text{ g}$)	$0,13 \pm 0,05$	$0,235 \pm 0,0$	$0,41 \pm 0,05$
Pantotenaat ($\text{mg}/100\text{ g}$)	$0,43 \pm 0,12$	$0,31 \pm 0,0$	$0,43 \pm 0,02$
Vitamiin B6 ($\text{mg}/100\text{ g}$)	$0,04 \pm 0,01$	$0,048 \pm 0,0$	$0,07 \pm 0,01$
Folaat ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	$8,5 \pm 1,5$	$1,0 \pm 0,0$	$6,0 \pm 0,06$
Biotiin ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	$2,0 \pm 0,5$	$1,75 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,0$
Vitamiin B12 ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	$0,5 \pm 0,3$	$0,065 \pm 0,0$	$0,66 \pm 0,05$
Vitamiin C ($\text{mg}/100\text{ g}$)	$1,0 \pm 0,5$	$1,295 \pm 0,0$	$4,6 \pm 0,4$
Vitamiin D ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	$0,2 \pm 0,1$	$0,15 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,0$

Üheks oluliseks koostisosaks kitsepiimas on veel piimas leiduvad ensüümid (Shahani *et al.* 1973). Olulisteks ensüümideks on lipaas, proteaas, katalaas, peroksidaas, reduktaas, laktaas ning leeliseline ja happeline fosfataas. Mitmed ensüümid on seotud rasvagloobuli membraani ja kaseiinimitsellidega. Hoolimata väikestest kogustest, on ensüümidel oluline mõju kitsepiima ning sellest valmistatud piimatoodete omadustele. Piimas olevad ensüümid denatureeritakse kuumtöötamise käigus, millega pikendatakse toodete säilimisaega. (Raynal-Ljutovac *et al.* 2007) Üldiselt on ternespiimas ensüümide aktiivsus suurem kui ülejäänud laktatsiooniperioodil. Peroksidaas ja happeline fosfataas vähenevad, samas kui lipaasi aktiivsus suureneb laktatsiooni jooksul. Aluselise fosfataasi aktiivsus suureneb laktatsiooni esimesel poolel ja väheneb laktatsiooni lõpus. Plasmiooni aktiivsus suureneb laktatsiooni lõpus. Loomade haigestumisel mastiiti suureneb leukotsüütide hulk piimas, mis omakorda suurendavad ensüümide, nagu katalaasi aktiivsust. (Hameed *et al.* 2016)

1.2. Kitsepiima füüsikalis-keemilised omadused

Piima füüsikalis-keemilised omadused sõltuvad konkreetse loomaliikide piima koostisest. Kitsepiima tihedus on võrreldav lehmapiimaga, kuid on väiksem kui lambapiimal, samas on mõlemal suurem erikaal, viskoossus ja tiitritav happesus, kuid madalam murdumisnäitaja ja külmumistäpp kui lehmapiimal. (Park *et al.* 2007) Refereerides Park (2006) artklit, on Park *et al.* (2007) väitnud, et piimarasva seebistumisarv ja happearv kitse- ja lehmapiimas ei erine, kuid kitsepiim on madalama joodiarvuga, mis viitab sellele, et kitsepiimas on madalam küllastumata rasva kogus. Lehmapiimal on kõrgem seebistamisväärtus ja veidi suurem murdumisnäitaja kui kitsepiimal, mis on seotud lehmapiima pikemate süsinikuahelate ja rasvhapete küllastumisega.

1.2.1. Happesus

Eristatakse tiitritavat- ehk üldhappesust ja aktiivhappesust ehk pH-d. Tiitritavat happesust määratakse tavaliselt 0,1 M NaOH lahusega tiitrides indikaatori (fenoolftaleiin) juuresolekul püsiva roosa värvuseni. Aktiivhappesust määratakse pH-meetriga. Võrreldes lambapiimaga on kitse- ja lehmapiimas madalam happesus (tabel 4). Madalam kitsepiima happesus on tingitud madalamast valgu- ja mineraalainete sisaldusest. (Ribeiro, Ribeiro 2010) Happesus on ka piima värskuse näitaja. Piima riknemise jälgimiseks peetakse pH-d üheks ideaalseks näitajaks, kuna selle reageerimine bakterite kasvule sõltub kõige vähem bakteritüübist. Värske piima pH on tavaliselt 6,8. Piima riknemisel metaboliseerivad piimhappebakterid laktoosi piimhappeks, mille tulemusel väheneb pH 6,8-lt 4,0-le. (Lu *et al.* 2013, Weston *et al.* 2020)

Tabel 4. Lehma-, kitse- ja lambapiima happesuse võrdlus (Park *et al.* 2007)

Parameeter	Lehmapiim	Kitsepiim	Lambapiim
Happesus %	0,15–0,18	0,14–0,23	0,22–0,25
pH	6,65–6,71	6,50–6,80	6,51–6,85

1.2.2. Külmumistäpp

Piima külmumistäpp on suhteliselt stabiilne näitaja, kuna on seotud organismi osmootse rõhuga ja seetõttu kasutatakse selle hindamist piimas võõrvee tuvastamiseks. Peamistest piima koostisosadest, mis määravad külmumistäppi on laktoos ja kloriidid. Kombineerituna moodustavad need kaks koostisosa 75–80% lõpliku külmumistäpi väärtusest. Ülejäänud 20–25% külmumistäpi väärtusest mõjutavad muud piima koostisosad - kaltsium, magneesium, laktaadid, fosfaadid, tsitraadid, karbamiid jne. Külmumistäppi võivad mõjutada laktatsiooni staadium ja arv, loomatõug, subkliinilise mastiidi esinemine, loomade toitumisvaegused, ilmastikutingimused, terminine stress, hooajalised mõjud, CO₂ sisaldus piimas. (Slaghuis 2001)

Lambapiima külmumistäpp on üldjuhul madalam kui lehma- või kitsepiima külmumistäpp, sest lambapiim sisaldab rohkem kuivainet ja rohkem rasvavaba kuivainet. Erinevates uuringustes on leitud erinevaid külmumistäpi väärtusi (tabel 5). (Park *et al.* 2007, Raynal-Ljutovac *et al.* 2005: 171, Hanuš *et al.* 2015)

Tabel 5. Lehma-, kitse- ja lambapiima külmumistäpi (°C) varieeruvus erinevates kirjandus allikates

Lehmapiim	Kitsepiim	Lambapiim	Autor
0,532- 0,534	-	0,554- 0,559	Hanuš <i>et al.</i> 2015
0,515- 0,531	0,537- 0,576	0,550-0,590	Raynal- Ljutovac <i>et al.</i> 2005
0,530–0,570	0,540–0,573	0,570	Park <i>et al.</i> 2007

Jantšova *et al.* (2007) läbi viidud uuringus, selgus, et Tšehhi kitsede külmumistäpi väärtused jäid laktatsiooni ajal vahemikku –0,5454 °C kuni - 0,5567 °C. Kogu mõõtmiste minimaalne külmumispunkt tuvastati laktatsiooni lõpus kaheksandal kuul (–0,5590 °C) ja kõige kõrgem neljandal ja viiendal kuul (–0,5420 °C). Jälgitava perioodi alguses oli külmumistäpi keskmine väärtus –0,5478 ± 0,0036 °C (4. kuu), viies kuu tõi veel ühe tõusu (–0,5454 ± 0,0027 °C), tõenäoliselt sellepärast, et mindi üle talviselt söödalt karjatamisele. Järgmisel perioodil vähenes külmumistäpp, madalaimad väärtused leiti suvehooajal (–0,5567 ± 0,0023 °C ja –0,5545 ± 0,0035 °C). Külmumistäpi langemise põhjuseks võib olla ka kõrge keskkonnatemperatuuri ja organismi dehüdratsiooni mõju.

Piima külmumistäppi võib mõjutada kuumtöötlus. (Janštová *et al.* 2013) Refereerides Kessler (1984) ja Singhal *et al.* (1997) artiklit, on Janštová *et al.* (2013) oma uuringutes väitnud, et kuumtöödeldud piima külmumistäpi väärtus sõltub toorpiima külmumistäpi väärtusest ja kuumtöötlemise temperatuurist, mis põhjustab piima külmumistäpi tõus vahemikus 0,001 kuni 0,009°C.

1.2.3. Tihedus

Kitsepiima tihedus on võrreldav lehmapiimaga, kuid see on väiksem kui lambapiimal (Park *et al.* 2007). Piima tihedus ei ole püsiv füüsikalis-keemiline parameeter, kuna see sõltub nii piima rasvavaba kuivaine kui ka rasva sisaldusest (Moreno-Montoro *et al.* 2015). Kitsepiima lõssi tihedus temperatuuril 10° C on ligikaudu 1,6 korda suurem kui vee tihedus. Seejuures on piimarasva tihedus 0,93 korda väiksem kui veel. Samuti on täispiimas rasvavaba kuivainet tavaliselt veidi üle kahe korra rohkem kui rasva. Seega on rasvata kuivaine kõige olulisem piima tihedust mõjutav koostisosa. (Watson, Tittler 1961) Watsoni ja Tittleri (1961) uuringus oli tihedus korrelatsioonis rasvata kuivaine kui rasvade või kuivainega.

Mahmood ja Sumaira (2010), viisid läbi uurigu , kus nad uurisid pühvli-, lamba-, lehma-, ja kitsepiima füüsikalis-keemilisi parameetreid. Oma uurimuse suurimaks piima tiheduseks said nad lambapiima tiheduse, milleks oli 1,037 ja madalaim 1,032 g/cm³, viimaseks jäi kitsepiim (1,032 g/cm³). Madalam piima tihedus saadi lehmapiimas milleks oli 1,027 g/cm³. Kitsepiima tihedus jäi 1,028- 1,032 g/cm³.

1.3. Kitsepiima laapumisomadused

Piima laapumine on piima kalgendamine laapfermendi toimel. Laap on vasikate maoekstrakt, mis sisaldab hüübimisfaktorina vasika kümosiini (Hyslop 2003).

Refereerides Walstra *et al.* (1984) artiklit on Clark ja Sherbon (2000) oma uuringus väitnud, et laabist põhjustatud piima laapumine toimub kahes faasis. Esimene ehk ensümaatiline faas hõlmab umbes 90% κ-kaseiini kiiret proteolüüsi. Kui κ-kaseiin on hüdrolyüsunud, muutub kaseiinimitsell ebastabiilseks ja vastuvõtlikuks kaltsiumi sadestumise suhtes. Kaseiinimitsellide agregatsioon toimub teises ehk mitteensümaatilises faasis. Kui piimale

lisatakse ensüüm kumosiin, indutseerib see kappa-kaseiini hüdrolüüsi, mis põhjustab kaseiinimitsellide destabiliseerumise. Pärast ensümaatilist lõhustumist algab agregatsioonireaktsioon, mille käigus seotakse kaseiini kalgendisse ka rasva, mis seob rasva, osad vadakuvalgud ja mineraalained ning algab laapumine. (Horne, Blanks 2004)

1.3.1. Kitsepiima laapumist mõjutavad tegurid

Kitsepiima laapuvus sõltub piima füüsikalise-keemilistest omadustest, suuresti koostiscomponentide sisaldusest ja omavahelistest suhetest ning keskkonna faktoritest. Laapuvust mõjutavad näiteks pH väärtus, valgu- ja rasvasisaldus (ka kaseiini sisaldus), kaseiinimitselli suurus, kaltsiumi kogus kaseiini kaalu kohta ja teiste mineraalainete sisaldus piimas. (Bittante *et al.* 2012, Poikalainen 2004:81, Park *et al.* 2007)

Laapumisomadused sõltuvad looma liigist ja tõust. Piimavalgu fraktsioonide kogus, osakaal ja geneetilised variandid (eriti κ -kaseiin) mõjutavad tugevalt laapuvust ja selgitavad täheldatud erinevuste varieeruvat proportsiooni tõugude ja sama tõugu loomade vahel. (Bittante *et al.* 2012) RP-HPLC meetod suudab eraldada kaseiinid ja α_{s1} -kaseiini geneetilised variandid ning võimaldab määrata nende componentide suhtelised kogused kitsepiimas (Clark, Sherbon 2000). Clark ja Sherbon (2000) uuringus selgus, et kitsepiimal, millel puudus α_{s1} -kaseiin, oli piima koostiscomponentide sisaldus madalam ja laapuvusomadused halvemad kui α_{s1} -kaseiini sisaldavas piimas, mis viitab sellele, et α_{s1} -kaseiini sisaldus piimas peaks parandama laapuvusomadusi. Nuubialaste ja Nuubia \times Alpide ristandite piim sisaldas suuremas koguses α_{s1} -kaseiini ja teisi piimakoostis componentide ning nende laapumiskiirus ja kalgendi tugevus olid paremad kui Toggenburgsi ja Saaneni \times Alpide ristandite piimal. Kui eesmärk on juustu valmistamine, on soovitatav valida kõrge kuivainesisaldusega kitsede piim, mida sisaldab eriti Nuubia tõugu kitsede piim.

Vacca *et al.* (2018) uurimus oli üks esimesi uuringuid, kus võrreldi kuue erineva kitsetõu (Alpi Saanen ja Camosciata delle Alpi ning Vahemere tüüpi Murciano-Granadina, Malta, Sarda ja Sarda Primitiva) laapumisenäitajaid. Eelnevad uurimused on piirdunud ühe tõu analüüsimisega. Vacca *et al.* (2018) uuringu tulemused näitasid kindlat erinevust erinevate tõugude laapumisomadustes. Vahemere tõugude kolm põhilist piima keemilist component (rasv, laktoos, valk) erinesid märkimisväärselt Alpi tõugudest. Saanen ja Camosciata delle Alpi tõud ei erinenud teineteisest. Ainuke erinevus oli pH-l, mis oli madalam Saaneni kui

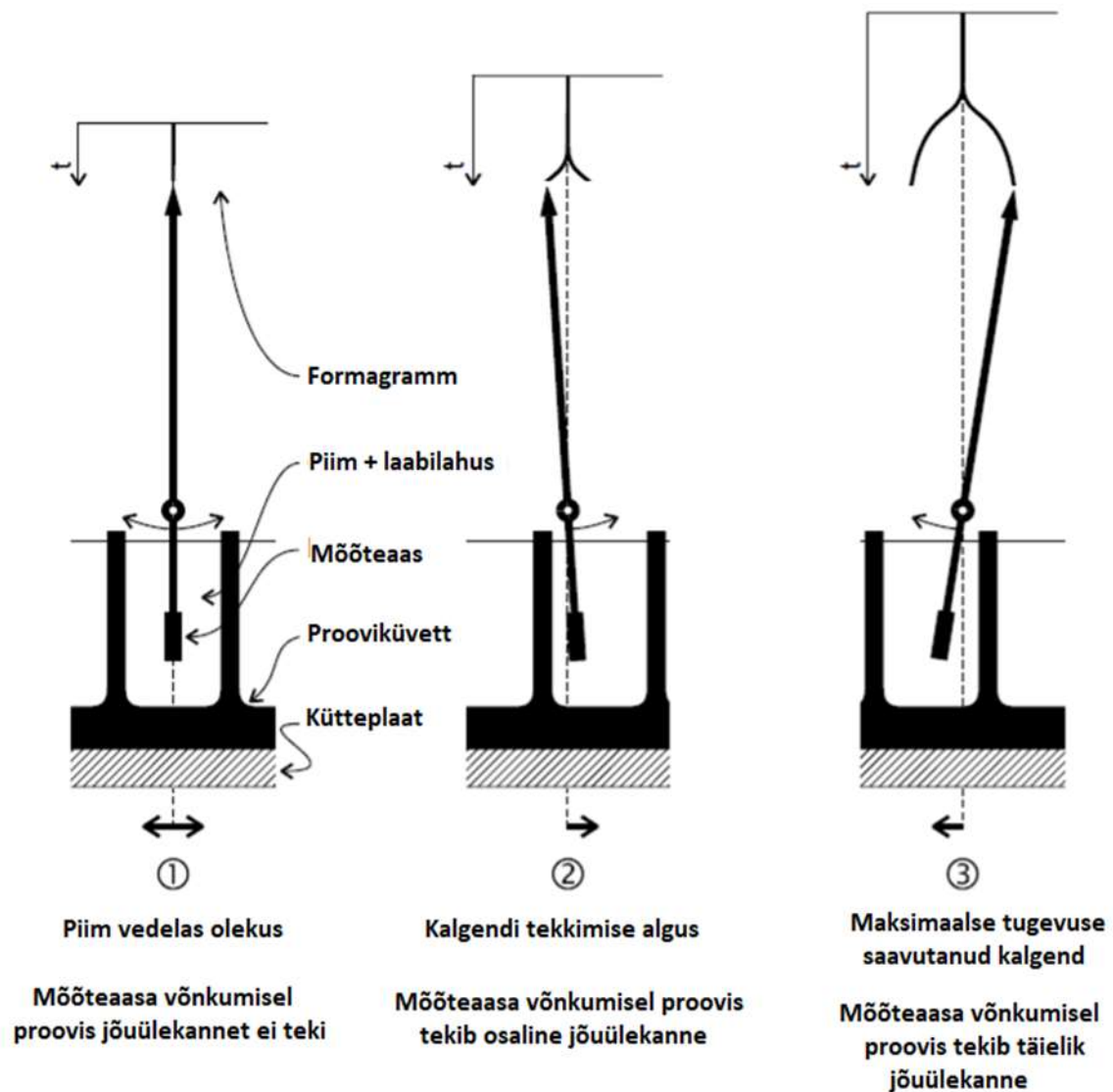
Camosciata delle Alpi tõul. Nelja Vahemere tõu puhul täheldati erinevusi vaid mõne tunnuse osas.

Ka laktatsiooni järk mõjutab kitsepiima laapumist. Inglingstad *et al.* (2016) uurisid Norra kitsede piima laapumisomadusi erinevates laktatsioonietappides. Piima laapumisomadused olid paremad (lühem aeg (R), väiksem (K_{20}) ja suurem (A_{30})) varajases laktatsioonietapis, võrreldes hilise laktatsioonietapiga. Laapumisinäitajad suurenesid järsult 10 minutilt (90 päeval) 16 minutini (190 päeval). Vacca *et al.* (2018) said sama tulemuse, kus laapumise aeg (R) ja K_{20} vähenesid kiiresti laktatsiooni edenedes ja A_{30} oli kõrgem laktatsiooni esimesest etapist kuni laktatsiooni lõpuni.

1.3.2. Piima laapumisomaduste määramise meetodikad

Piima laapumisomaduste määramiseks on kasutusel mitmeid meetodeid, mida saab kasutada nii tööstuslikult kui ka laboratoorselt. Piima laapumisparameetrite tuvastamiseks kasutatavad meetodid põhinevad piima füüsikalise-keemilistel muutustel piima kalgenemise ajal. Meetodid klassifitseeritakse mehaanilisteks, vibratsioonmeetodideks ja optilisteks. (O'Callaghan *et al.* 2002)

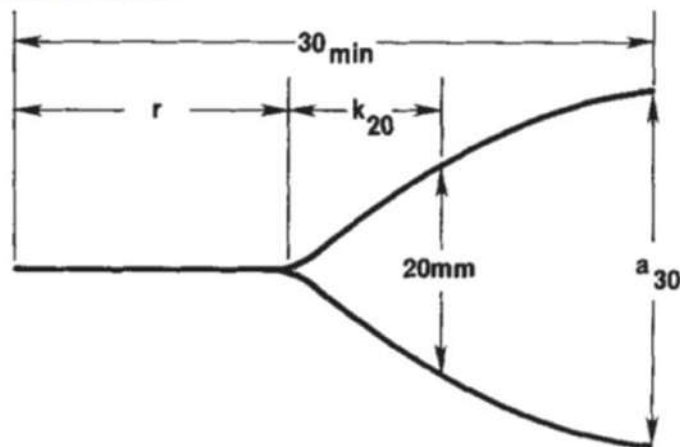
Kõige sagedamini kasutatakse piima laapumise mõõtmiseks laktodünaamograafi. Selle tehnika abil jälgitakse fikseeritud temperatuuril (35°C) pärast laabi lisamist piima viskoossuses toimunud muutuseid. Meetod põhineb piima sukeldatud väikeste roostevabast terasest silmuspõrklitele kalgendi tekkimisel avaldunud surve mõõtmisel (joonis 1). (McMahon, Brown 1982)



Joonis 1. Piima laapumisomaduste Laktodünamograafilise mõõtmise põhimõte (Büeler 2005).

Laapumisdiagrammi alusel leitakse piima laapumisomadusi iseloomustavad näitajad: laapumise aeg (R) ehk aeg minutites laabi lisamise hetkest kalgendi tekkimise alguseni, kalgendi tekkimise kiirus (K_{20}) ehk aeg minutites laapumise algusest, kuni diagrammi haarade laiuseni 20 mm ning E_{30} – kalgendi tugevus (mm) 30 minuti möödumisel laabi lisamise hetkest. (Kübarsepp *et al.* 2005) Näidatud joonisel 2.

LAAPENSÜÜMI LISAMINE



Joonis 2. Laapumisdiagramm ja sellelt mõõdetavad parameetrid: R-laapumise aeg, K_{20} -kalgendi tekkimise kiirus, A_{30} -kalgendi tugevus 30 minuti möödudes (mm) (McMahon, Brown 1982).

Laapuvuse määramiseks kasutatakse näiteks koobalklaasi meetodit. Meetod näeb ette nii, et 100 ml katseklaasi pipeteeritakse 50 ml piima, mida kuumutatakse 20 min vesivannis 32 °C juures. Seejärel lisatakse laapensüümi ning segatakse. Laapuvuse alguseks määratakse aeg laapensüümi lisamise ajahetkest kuni esimeste kalgendihelveste moodustumiseni. (Büeler 2005)

Laapumisomaduste hindamiseks kasutatakse ka fotomeetrilisi meetodeid, milleks on näiteks UV-Vis spektrofotomeeter. Piimaproovile lisatakse 2% laabilahust ning spektrometri kvartsklaasist küvett täidetakse piimaga ning küvett asetatakse seadme küvetipesasse, milles hoitakse mõõtmise käigus temperatuuri 32 °C. Seadmes toimub proovi pealelangeva ja proovi läbinud kiirguse analüüs kogu laapumisprotsessi käigus. (Büeler 2005)

Gelograph® NT (Gel-Instrumente AG, CH-8800 Thalwil) süsteem põhineb valguse neeldumisel ja valguse hajumise printsiibil kalgendumud piimas. Lähi-infrapuna spektri valgus neeldub või hajub piimas, sõltuvalt selle struktuurist. Piimaproovi valguse läbilaskvus väheneb piima kalgendumise käigus ja seda valguse läbilaskvuse vähenemist mõõdetakse Gelograph® NT seadmes 32°C juures ning mõõtmine algab laapensüümi 2% lahuse lisamisega piimaproovile. Mõõtmistulemused kuvatakse arvutiprogrammis. (Büeler 2005)

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1. Kitsepiima proovide kogumine, säilitamine

Ajavahemikul 14.02.2019 kuni 06.06.2020 viidi läbi Andri-Peedo kitsefarmi segupiima koostise ja laapumisomaduste monitooring, mis oli üks osa suuremast BioCC projektist EU48686 Healthy Food.

Vaatlusperioodil koguti piimaproove farmi segupiima jahutustankist 2 korda kuus, kokku 42 segupiimaproovi. Proovid (500 ml) transporditi isotermilise veovahendiga EMÜ VLI söötmisteaduse õppetooli piima kvaliteedi uurimise laborisse. Laboris jagati proov vastavateks osaproovideks ning konserveeriti Bronopoli tabletiga (Broad Spectrum Microtabs® II; Bronopol < 44%, Natamycin < 2%). Piimaproovidest määrati järgmised näitajad: koostis (rasva-, valgu-, laktoosi ja karbamiidisisaldused), soomaatiliste rakkude arv, pH ning laapumisnäitajad. Analüüsid kitsepiima koostise hindamiseks teostati samal päeval. Kitsepiima laapumisomadused ja määrati järgmisel päeval.

2.2. Teostatud analüüsid

Piima koostiskomponentide (rasv, valk, laktoos) sisaldus ja soomaatiliste rakkude arv määrati Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli (EPJ) laboris piimaanalüsaatoriga FOSS MilkoScan ISO 9622:2013/IDF 141:2013 standardi järgi. Analüsaator töötab infrapuna spektrofotomeetria põhimõttel Fourier teisendusega (Fourier Transform Infrared Spectrophotometry).

Piima pH ja laapumisomadused määrati EMÜ VLI söötmisteaduse õppetooli piima kvaliteedi uurimise laboris. Enne laapumisomaduste analüüsimist soojendati piimaproov 20 °C-ni ning mõõdeti piima aktiivhappesus SevenCompact™ pH-meetriga S210 (Mettler Toledo) kasutades elektroodi InLab® Expert Pro (Mettler Toledo). Kitsepiima laapumisomaduste hindamiseks kasutati laktodünamograafi Lattodinamografo LDG v2.0 (joonis 3.) Piimaproovid soojendati 35°C ni, küvettidesse mõõdeti 10 ml piimaproovi ja lisati

0,2 ml 0,12%-list laapensüümi (CHY-MAX powder extra NB, 2235 IMCU/g, Christian Hansen) vesilahust. Seejärel käivitati mõõtmisprogramm; piimalaapumis omadusi mõõdeti 60 minuti vältel ja registreeriti järgmised laapumisnäitajad: laapumise aeg (R), kalgendi moodustumise intensiivsus (K_{20}) ning kalgendi tugevus 30 (A_{30}).



Joonis 3. Laktodünamograaf Lattodinamografo LDG v2.0 (vasakul seade ning paremal ekraanil moodustunud laapumisdiagrammid). Pildi autor: Ivi Jõudu.

2.3. Statistiline analüüs

Kuna somaatiliste rakkude arv ei olnud normaaljaotusega, kasutati andmete logaritmimist ning log (SRA) nimetatakse somaatiliste rakkude skooriks (SRS). Katseperiood jagati kahte gruppi: karjatamise- ja laudaperiood. Proovid mis koguti mõlemal aastal maist kuni septembrini, kuulusid karjatamisperioodi ning proovid mis koguti oktoobrist kuni aprillini, kuulusid laudaperioodi.

Kõikide andmete statistiline analüüs teostati MS Excelis. Keskmiste tulemuste võrdlemiseks kasutati T- testi, mille protseduur valiti sõltuvalt F-testi väärtusest (*t-Test: Two Sample equal or unequal Variances*). Kogutud andmete vaheliste seoste uurimiseks kasutati lineaarset

korrelatsioonianalüüsi ja protseduuri *Correlation*. Leitud erinevused ja seosed loeti statistiliselt oluliseks, kui olulisuse tõenäosuse p-väärtus oli $p < 0,05$ ning statistiliselt ebaoluliseks, kui p-väärtus oli $p > 0,05$.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Kitsepiima koostis

Kitsepiima analüüsimisel saadud keskmised väärtused: 3,69% rasva, 3,14% valku, 4,48% laktoosi, pH 6,65, 504 mg/l karbamiidi ja keskmine soomaatiliste rakkude skoor oli 6,0 (tabel 6). Kitsepiima koostiskomponentide sisaldused varieerusid väga erinevas ulatuses (tabel 6). Kõige vähem varieerus pH väärtus, mille varieeruvuskoeffitsient oli 0,60%. Laktoos varieerus võrreldes teiste koostiskomponentidega (rasv, valk, karbamiid) kõige vähem, variatsioonikoeffitsient oli laktoosil 3,8%. Rasva, valgu ja karbamiidi variatsioonikoeffitsendid jäid suhteliselt samasse vahemikku, vastavalt siis 16,3%, 11,5% ja 14,8%. Somaatiliste rakkude arv oli kõige varieeruvam, mis oli 86,1%.

Tabel 6. Kitsepiima koostiskomponentide sisalduste statistilised karakteristikud

Näitaja	Keskmine	Miinum	Maksimum	Standardhälve	Variatsiooni-koeffitsient, %
Rasv, %	3,69	2,75	5,68	0,600	16,3
Valk, %	3,14	2,50	4,81	0,362	11,5
Laktoos, %	4,48	3,85	4,68	0,170	3,8
pH	6,65	6,56	6,77	0,040	0,60
SRA 10 ³ /ml	1167	509	5649	1004,7	86,1
SRS	6,00	5,71	6,75	0,212	3,54
Karbamiid, mg/l	504	308	678	74,6	14,8

Märkused: SRA – soomaatiliste rakkude arv, SRS – soomaatiliste rakkude skoor

Keskmiseks kitsepiima rasvasisalduseks kogu uurimisperioodi vältel saadi 3,69%. Rasvasisaldus varieerus uuritud koostisnäitajatest kõige suuremas ulatuses, jäädes piiridesse 2,75% - 5,68% (tabel 6). Tatar *et al.* (2015) ja Meitern (2015) sai oma varasemas uuringus Eesti kitsede keskmiseks piima rasvasisalduseks vastavalt 3,88% ja 3,89%, mis on mõnevõrra kõrgem, kui antud uuringus. Park *et al.* (2007) said oma uurimustöös kitsepiima rasvasisalduseks 3,8%, mis on samuti veidi kõrgem, kui antud töö tulemus. Mayer ja Fiechter (2013) said kitsepiima rasvasisalduseks 3,67%, mis on küll natuke madalam antud töö tulemusest, kuid jääb suhteliselt samasse vahemikku. Jenness (1980) artiklis olid uurimise all erinevad kitsetõud, kelle piima rasvasisaldus varieerus väga suurtes piirides 3,4% - 7,76%. Mahmood ja Sumaira (2010) said oma uurimuses kitsepiima rasvasisalduseks mis jäi vahemikku 3,16 - 4,73% ning on kõigi eelpool nimetatud autorite keskmistest tulemustest kõige kõrgem. Kuna piimarasv on piima kõige muutlikum komponent, siis arvatavasti erinevate tulemuste põhjuseks on kliima, söötmis- ja pidamistingimused, looma tõug ja laktatsiooniperiood (Raynal-Ljutovac *et al.* 2008). Kõige peamiseks teguriks loetakse söödaratsiooni, mis mõjutab piima koostist kõige enam, kuna see on piima koostisosade allikaks (Abbas *et al.* 2014).

Keskmiseks kitsepiima valgusisalduseks kogu uurimisperioodi vältel saadi 3,14%, madalaim valgusisaldus oli 2,5% ja kõrgeim 4,81% (tabel 6). Eesti varasemad kitsepiima koostise uuringud on näidanud kõrgemat kitsepiima valgusisaldust. Näiteks Matto (2019) bakalaureusetöös, saadi kitsepiima 3 kuu keskmiseks valgusisalduseks $4,23 \pm 0,52$, Meitern (2015) sai oma magistrیتöös keskmiseks valgusisalduseks 3,50%, Mayer ja Fiechter (2013) said oma uurimustöös valgusisalduseks 3,38%, mis on kõrgemad tulemused, kui antud uurimuses saadud keskmine valgusisaldus. Park *et al.* (2007) ja Vacca *et al.* (2018) said oma varasemas uuringus valgusisalduseks vastavalt 3,8% ja 3,4%- 3,98% (Saanen tõul 3,5%, Camosciata tõul 3,98%, Sarda tõul 3,35%). Valgusisalduse kõikumise üheks peamiseks põhjuseks võib pidada kitsede laktatsiooniperioodi erinevaid etappe, kus laktatsiooni alguses on valgusisaldus madalam ja tõuseb laktatsiooni edenedes (Bhosale *et al.* 2009).

Keskmiseks kitsepiima laktoosisisalduseks kogu uurimisperioodi vältel saadi 4,48%, võrreldes teiste koostisnäitajatega oli laktoosi varieeruvuskoeffitsient kõige väiksem (3,8%) (tabel 6). Uuringu tulemused on sarnased kirjanduses tooduga: Bhosale *et al.* (2009) said oma uuringus kitsepiima keskmiseks laktoosisisalduseks 4,57%, Antunac *et al.* (2001), uuringu laktoosisisaldused jäid vahemikku 4,18% - 4,50%, Mahmood ja Sumaira (2010) said Pakistani kitsede keskmiseks laktoosisisalduseks 4,39%.

Keskmine somaatiliste rakkude skoor oli 6,0, mis vastab $1000 \cdot 10^3$ rakku/ml. Madalaim SRA oli $509 \cdot 10^3$ rakku/ml, ja kõrgeim $5649 \cdot 10^3$ rakku/ml (tabel 6). Somaatiliste arv on seotud kitsede udara tervisliku seisundiga. Somaatiliste rakkude arvu tõus viitab udara põletikule ehk mastiidile. Õige hügieen ja õige toitumine aitavad vähendada piima somaatiliste rakkude arvu. Madala SRA sisaldusega piimast saab valmistada paremaid ja pikema säilivusajaga piimatooteid. (Alhussien, Dang 2018) Kitsepiima iseloomustab füsioloogiliselt kõrge somaatiliste rakkude sisaldus isegi siis, kui leukotsüüte on vähe (Park 2010). Ramos-Pereira *et al.* (2018) said Hispaania kitsetõugude piima SRS tulemuseks 5,6, mis oli võrreldes antud töö tulemustega madalam. Bagnicka *et al.* (2011) Poolas läbi viidud uuringus saadi umbes 20% piimaproovide somaatiliste rakkude sisalduseks alla $1000 \cdot 10^3$ rakku/ml, mis on meie uuringu tulemustega võrreldes üsna erinev, antud töös oli 66,67% piimaproove, mille somaatiliste rakkude arv jäi alla $1000 \cdot 10^3$ rakku/ml, mis näitab, et üle pooltest kitsedest olid hea tervise juures.

Kitsepiima keskmine pH väärtus antud töö põhjal oli 6,7 (tabel 6), mis oli teistes uurimustes leituga veidi kõrgem tulemus. Stocco *et al.* (2018) uurimuses, saadi kitsepiima pH väärtuseks 6,72, mis on sama tulemus kui antud töös. Todaro *et al.* (2005) uuritud kitsepiima pH keskmine väärtus oli 6,59, mis on madalam antud töö pH väärtusest. Refereerides Juarez ja Ramos (1986) artiklit, võiks Park *et al.* (2007) sõnul kitsepiima pH väärtus jääda vahemikku 6,5-6,8, ka antud uurimustöö pH väärtus jääb sellesse vahemikku.

Keskmiseks karbamiidi sisalduseks saadi 504 mg/l (tabel 6). Piima karbamiidi sisaldus näitab söödaratsiooni koostist ja tasakaalustatust (Schepers, Meijer 1988). Todaro *et al.* (2005) said oma uuringus Girgentana kitsede piima karbamiidi sisalduseks 43,70 mg/dl ning Mayer ja Fiechter (2013) said oma uuringus piima karbamiidi sisalduseks $0,325 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Eelnimetatud autorite tulemused olid madalamad antud uuringus leitud piima karbamiidi sisaldusest. Nagu üldlevinud teadmine ja ka Rapetti *et al.* (2014) urimuses tehtud järeldustega, on piima karbamiidi sisaldust võimalik reguleerida valgusöötmisega loomadele, et sellega parandada piima lämmastiku efektiivsust ja vähendada lämmastiku eritumist uriiniga.

3.2. Kitsepiima laapumisomadused

Keskmiselt hakkas piim kalgenema 13,41 minuti pärast. Minimaalne laapumise aeg oli 7,99 minutit ja maksimaalne 60,12 minutit (tabel 7). Keskmine kalgendi tugevus 30 minuti möödumisel (A_{30}) oli 36,72 mm, minimaalne 2,12 mm, ehk siis oli kaks proovi mis ei laapunudki ning maksimaalseks kalgendi tugevuseks 30 minuti möödumisel (A_{30}) terve uurimisperioodi jooksul saadi 49,49 minutit (tabel 7). Keskmine kalgendi moodustumise intensiivsus (K_{20}) oli 4,01 minutit. Laapumisinäitajate varieeruvus oli kordades suurem kui koostisinäitajate varieeruvus (tabel 6 ja 7). Kõige rohkem võrreldes teiste laapumisinäitajatega, varieerusid kalgendi laapumise intensiivsus (K_{20}) ja laapumise aeg (R), vastavalt siis 63,0 % ja 68,8 %. Kõige vähem varieerus kalgendi tugevus (A_{30}) 30 minuti möödumisel, milleks oli 31,1%. Stocco *et al.* (2021) uurimuses varieerusid laapumisomadused järgnevalt: kalgendi laapumise intensiivsuseks (K_{20}) 47%, kalgendi tugevus (A_{30}) 29% ja laapumise ajaks (R) 35%, mis olid antud töö tulemustega võrreldes madalamad. Antud töö laapumisomaduste keskmised tulemused olid ligilähedased Vacca *et al.* (2018) uurimuses leitud tulemustega, kus keskmiseks piima laapumise ajaks saadi 13,2 minutit, keskmiseks kalgendi moodustumise intensiivsuseks (K_{20}) 4,5 minutit ja keskmiseks kalgendi tugevuseks 30 minuti möödumisel 36,0 mm. Fantuz *et al.* (2001) leidsid oma uurimuses Saane tõugu kitsede piima laapumise aja mõnevõrra pikema (14,6 min) ja kalgendi moodustumise intensiivsuse (5,53 min) ning madalama kalgendi tugevuse 30 minuti möödumisel 21,36 mm.

Tabel 7. Kitsepiima laapumisomaduste statistilised karakteristikud

Näitaja	Keskmine	Miinum	Maksimum	Standardhälve	Variatsiooni-koefitsent, %
R, min	13,41	7,99	60,12	9,231	68,8
A_{30} , mm	36,72	0	49,49	11,413	31,1
K_{20} , min	4,10	2,12	16,83	2,584	63,0

Märkused: R – laapumise aeg, K_{20} – kalgendi moodustumise intensiivsus, A_{30} – kalgendi tugevus 30 minuti möödudes

3.3. Vaatlusperioodi mõju kitsepiima koostisele ja laapumisnäitajatele

3.3.1. Kitsepiima koostis kalendrikuude lõikes

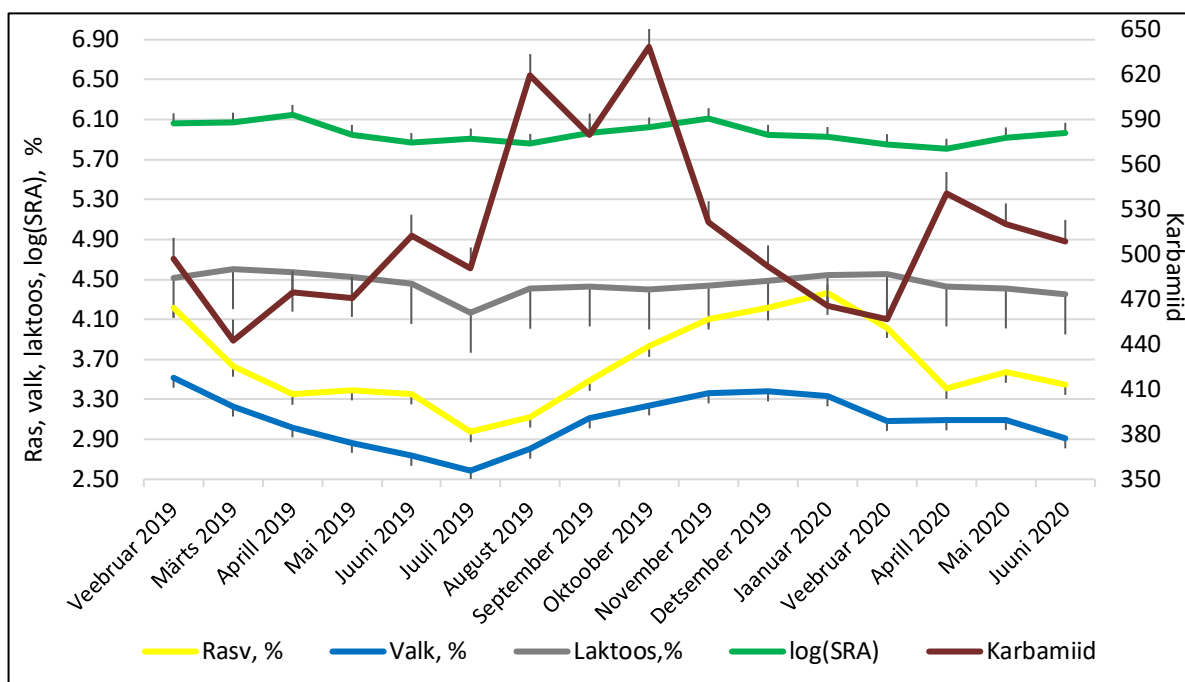
Keskmine rasvasisaldus kõikus kuude lõikes suhteliselt palju. Kõige madalam rasvasisaldus oli juulis 2019 (2,98%) ning kõige kõrgem rasvasisaldus jaanuaris 2020 (4,37%) (joonis 4). Karjatamis perioodidel oli keskmine rasvasisaldus 3,28%, mis oli statistiliselt oluliselt ($p=0,001$) madalam, kui laudaperioodil (3,90%) (tabel 8). Antud töö tulemused ühtivad ka Mayer ja Fiechter (2013) uurimusega, kus rasvasisaldus näitas märgatavaid hooajalisi erinevusi. Madalaimaks oli rasvasisaldus juuni kuni august (2,81%) ja kõrgeim oktoobris (5,54%), rasvasisalduse järsu muutuse põhjustas ilmselt laktatsiooniperioodi lõpp ja lüpsisageduse muutmine (üks kord päevas). Eelnimetatud autorite tulemused on kooskõlas antud töö tulemustega (Mayer, Fiechter 2013).

Tabel 8. Kitsepiima koostise kuude keskmised lauda- ja karjatamise perioodil ning nende p-väärtused

Näitaja	Karjatamise periood	Laudaperiood	p-väärtus
Rasv, %	3,28	3,90	< 0,0001
Valk, %	2,83	3,29	< 0,0001
Laktoos, %	4,38	4,53	0,005
SRS	5,77	6,04	< 0,0001
Karbamiid, mg/l	111	490	< 0,0001

Märkus. SRS – soomaatiliste rakkude skoor.

Valgusisaldus oli kõige kõrgem veebruaris 2019 (3,52%) ning kõige madalam juuli 2019 (2,59%) (joonis 4). Karjatamis perioodidel oli keskmiseks valgusisalduseks 2,83%, mis oli statistiliselt oluliselt ($p<0,001$) madalam, kui laudaperioodil (3,29%). Sama hooajalise erinevuse said ka Kondyli *et al.* (2007), kus piima valgusisaldus oli kõrgem detsembrist kuni aprillini (3,70% - 3,23%) ja mai kuni juuli hakkas piima valgusisaldus vähenema (3,18%-3,41%). Samaväärse tulemuse valgusisalduse erinevuse kohta kuude lõikes said Guo *et al.* (2001), kus kõrgeim valgusisaldus mõõdeti veebruaris ja madalaim suvekuudel. Üheks oluliseks teguriks rasvasisalduse muutumisel ongi just nimelt kliima ja hooaeg, mis antud tööga ja ka teiste nimetatud autoritega kooskõlas on (Guo *et al.* 2001, Kondyli *et al.* 2007).



Joonis 4. Kuude keskmised piima koostise näitajad.

Laktoosisisaldus muutus kogu uurimisperioodi jooksul kõige vähem. Kõige kõrgem laktoosisisaldus saadi märtsis 2019 (4,60%) ja kõige madalam tulemus saadi juulis 2019 4,17%, see oli ka ainuke nii madala tulemus (joonis 4). Karjatamisperioodil oli keskmiseks laktoosisisalduseks 4,38%, mis oli statistiliselt oluliselt madalam ($p > 0,001$), kui laudaperioodil (4,53%) (tabel 8). Kondyli *et al.* (2007) uuringus, kus uuritavateks olid Kreekas kasvatatavad kitsetõud, oli kõrgeim laktoosisisaldus veebruaris (4,70%), mis oli antud töö tulemusest madalam ning kõige madalam laktoosisisaldus registreeriti juulis (4,21%), mis oli kõrgem tulemus kui antud töös saadud madalaim tulemus.

Somaatiliste rakkude arv muutus minimaalselt kogu uuritud perioodi jooksul. Kõige madalam somaatiliste rakkude skoor mõõdeti aprillis 2020 (5,81) ning kõige kõrgem aprillis 2019, mille skooriks oli 6,15 (joonis 4), mis ei olnud väga suur hooajaline erinevus. Karjatamis perioodidel oli keskmine somaatiliste rakkude skoor 5,77 ning laudaperioodil keskmine skoor 6,04, mis oli statistiliselt oluliselt ($p < 0,001$) madalam, kui laudaperioodil (tabel 8). Kitsepiima somaatiliste rakkude arvu muutust põhjustavad erinevad tegurid: käitsi lüpsmine, piima tootlikkus, looma tervis ja keskkonnafaktorid (Alhussien, Dang 2018).

Kõige madalam keskmine karbamiidisisaldus mõõdeti märtsis 2019, kus saadi 443 mg/l ning kõige kõrgem mõõdeti oktoobris 2019 (639 mg/l) (joonis 4). Karjatamis perioodil oli keskmiseks karbamiidi sisalduseks 111 mg/l ja laudperioodi keskmiseks 490 mg/l, mis oli statistiliselt oluliselt ($p < 0,001$) kõrgem, kui karjatamis perioodil (tabel 8). Mayer ja Fiechter (2013) said oma uuringus karbamiidi sisalduseks hooajaliselt samad tulemused nagu ka antud töö tulemused. Nimelt said eelnimetatud autorid samuti kõige kõrgema tulemuse oktoobris ($0,542 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) ja kõige madalama sisalduse märtsis ($0,040 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) (Mayer, Fiechter 2013). Kirjanduses on väidetud, et karbamiidi sisaldus on suurem just suvekuudel, kui piimaga suureneb mittevalguliste lämmastikufraktsioonide osakaal (Carlsson *et al.* 1995). Antud töös see väide ei ühti. Piima karbamiidi suurema kontsentratsiooni üheks põhjuseks suvehooajal võib seostada ka mahuka sööda kättesaadavusega, ning see seos võis antud töös olla vastupidine (Carlsson *et al.* 1995). Kuna karbamiidi mõjutab kõige enam söödaratsioon, siis parim viis selle tasakaalus hoidmiseks on jälgida valgu osakaalu loomasöödas. Suuresti mõjutab karbamiidi sisaldust ka söötmissaeg (kohe pärast söötmist oli karbamiidi sisaldus suurem, kui kaks tundi pärast söötmist mõõdetud tulemus). (Schepers, Meijer 1998)

3.3.2. pH ja laapumisnäitajad kuude lõikes

Järgnevalt (joonis 5) on välja toodud pH ja laapumisomadused kalendrikuude lõikes. pH väärtus suures ulatuses ei erinenud, vaid jäi suhteliselt samadesse piiridesse. Kõige madalam pH väärtus mõõdeti septembris 2019 (6,61) ja kõige kõrgem pH väärtus oli juunis 2019, kus pH väärtuseks mõõdeti 6,69 (joonis 5). Karjatamise perioodide ja laudaperioodi pH väärtused olid täpselt samad (6,65) ning ei olnud statistiliselt olulisel määral erinevad ($p > 0,05$) (tabel 9). Nagu ka Park *et al.* (2007) on oma uuringus väitnud, et kitsepiima pH muutub suhteliselt väikestes piirides (6,50% - 6,80%), siis antud töö pH väärtused on kooskõlas Park *et al.* (2007) väitega ja jäävad samasse vahemikku.

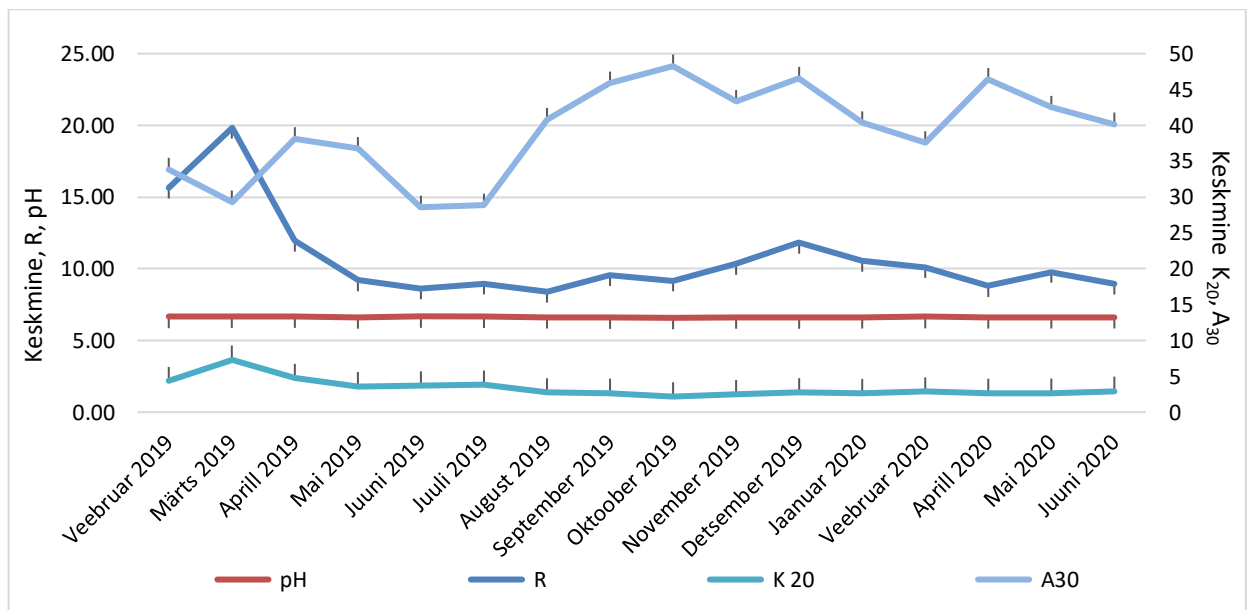
Tabel 9. Kitsepiima laapumisoamduste ja pH kuude keskmised lauda- ja karjatamise perioodil ning nende p-väärtused

Näitaja	Karjatamise periood	Laudaperiood	p-väärtus
R, min	8,99	13,98	0,005
A ₃₀ , mm	36,49	36,83	0,927
K ₂₀ , min	3,23	4,39	0,181
pH	6,65	6,65	0,712

Märkused: R – laapumise aeg, K₂₀ – kalgendi moodustumise intensiivsus, A₃₀ – kalgendi tugevus 30 minuti möödudes

Laapumisnäitaja (R) erines oluliselt karjatamise- ja laudaperioodi vahel, kus augustis 2019 registreeriti kõige lühem laapumise aeg (R) (8,40 min) ning kõige pikemad laapumise ajad registreeriti kahel kuul: veebruaris 2019 (21,22 min) ja märtsis 2019 (19,83 min), ülejäänud uurimisperioodis olevatel kuudel nii pikki laapumise aegu ei tuvastatud (joonis 5). Karjatamise perioodi keskmine laapumise aeg (R) saadi 8,99 minutit ning laudaperioodi keskmine laapumise aeg (R) oli 15,63 minutit, mis on statistiliselt oluliselt kõrgem ($p < 0,05$), kui karjatamise perioodil (tabel 9). Sarnased tulemused lehmapiima laapumise kohta sai ka Topnik (2019) oma magistritöös, kus talveperioodil olid lehmapiima laapumise ajad pikemad kui suvekuudel.

Kalgendi moodustumise intensiivsus (K₂₀) väga suurtes piirides ei erinenud. Kõige pikem kalgendi moodustumise intensiivsus (K₂₀) oli märtsi kuus 2019 (7,29 min) ja kõige lühem oktoobris 2019 (2,18 min) (joonis 5). Karjatamise perioodidel oli keskmiseks kalgendi moodustumise intensiivsuseks (K₂₀) 3,23 minutit ning laudaperioodi tulemus oli sellest veidi kõrgem (4,39 min), kuid see ei olnud statistiliselt oluline erinevus ($p > 0,05$) (tabel 9).



Joonis 5. pH ja laapumisnäitajad kalendrikuude lõikes.

Kõige nõrgem kalgendi tugevus 30 minuti möödudes (A_{30}), tuvastati juuni 2019, kus kalgendi tugevuseks oli 28, 58 mm ja kõige tugevam kalgend moodustus oktoobris 2019, kus kalgendi tugevuseks mõõdeti 48,27 mm (joonis 5).

3.4. Piima koostise ja laapumisomaduste vahelised seosed

Kitsepiima koostiskomponentide ja laapuvuse omavahelised seosed korrelatsioonimaatriksina on toodud tabelis 10. Koostiskomponentide võrdluses oli ainuke positiivne tugev seos piima rasva- ja valgusisalduse vahel ($r=0,77$, $p<0,001$), ehk mida suurem oli piima rasvasisaldus seda suurem oli ka piima valgusisaldus. Rasva ja pH vahel leiti statistiliselt negatiivne seos ($r=-0,40$, $p<0,001$), mida suurem oli rasvasisaldus seda madalam pH väärtus ning mida kõrgem pH väärtus seda väiksem rasvasisaldus (joonis 10). Kõrgema pH väärtusega kaasnes piimas väiksem rasva-, valgu- ja karbamiidisisaldus ning suurem somaatiliste rakkude arv (tabel 10). Samad seoses leidis ka Stocco *et al.* (2021) uurimusega, kus leiti samuti väga tugev positiivne seos ($p<0,001$) rasva- ja valgusisalduse vahel.

Tabel 10. Koostiskomponentide ja laapuvuse omavahelised seosed korrelatsioonimaatriksina, n=42. Positiivsed olulised seosed on kujutatud kollasel taustal, negatiivsed olulised sinisel taustal

Näitaja	Rasv, %	Valk, %	Laktoos, %	SRS	Karbamiid	pH	R	A ₃₀
Valk, %	0,769***	1						
Laktoos, %	0,029	-0,068	1					
SRS	0,148	0,129	0,114	1				
Karbamiid	-0,182	-0,177	-0,052	-0,355*	1			
pH	-0,401**	-0,311*	0,249	0,376*	-0,459**	1		
R	0,446**	0,716***	-0,318*	0,411**	-0,460**	0,133	1	
A ₃₀	-0,088	-0,171	0,420**	-0,450**	0,599***	-0,371*	-0,762***	1
K ₂₀	-0,217	-0,146	0,276	0,699***	-0,484**	0,722***	0,362*	-0,568***

Märkused: SRS – soomaatiliste rakkude arv skoor, R – laapumise aeg, K₂₀ – kalgendi moodustumise intensiivsus, A₃₀ – kalgendi tugevus 30 minuti möödudes, * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Laapumise omavaheliste seoste vahel leiti positiivne oluline seos kalgendi moodustumise inentensiivsuse (K_{20}) ja laapumise aja (R) vahel, mis tähendas seda, et kui piim hakkas kiiremini laapuma, oli kalgendi moodustumine intensiivsem ($r=0,36$), ning moodustus tugevam kalgend ($r=0,7$) (tabel 10). Kask (2020) on saanud nende näitajate vahel lambapiimas samasuguse positiivse seose ($r=0,65$). Matto (2019) sai oma bakalaureusetöös kitsepiima laapumise aja (R) ja kalgendi intensiivsuse (K_{20}) vahel negatiivse seose ($r=-0,44$).

Kalgendumise aja (R) ja piima koostis näitajate rasva ja valgu vahel leiti oluline positiivne seos, kus piima pikema laapumise aja korral, oli piimas rohkem rasva ($r=0,45$) ja valku ($r=0,72$), ning vähem laktoosi ja karbamiidi ning soomaatiliste rakkude arv oli suurem (tabel 10). Need saadud tulemused on kooskõlas ka Clark ja Sherbon (2000) uurimusega, kus kõrgema kuivaine sisaldusega piim kalgenes kiiremini ja moodustas tugevama kalgendi, kui madalama kuivaine sisaldusega kitsepiim. Teisalt Ambrosoli *et al.* (1988), kes uuris kitsepiima näitas, et kui piimas oli kõrge valgusisaldus siis kalgend moodustus kiiremini (K_{20}) ja ka kalgendi tugevus (A_{30}) oli tugevam kuid laapumis aeg (R) oli pikk. Võimalik, et piima koostise ja laapumisomaduste erinevused võivad tuleneda geneetilistest teguritest, mis ei piirdu ainult tõuerinevustega, vaid ka geneetiliste variantidega, mida oleks vaja edasi uurida.

Statistiliselt olulised seosed leiti ka kalgendi moodustumise (K_{20}) ja soomaatiliste rakkude ja pH väärtuse vahel. Kalgendi moodustumise intensiivsuse (K_{20}), soomaatiliste rakkude skoori (SRS) ja pH väärtuste vahel leiti positiivne seos ning karbamiidi vahel oluliselt negatiivne seos (tabel 10). Nimelt kalgend moodustus intensiivsemalt (K_{20}), kui piimas oli rohkem karbamiidi, väiksem soomaatiliste rakkude arv ja madalam pH väärtus. Antud töö tulemus ei ühti Matto (2019) bakalaureuse tööga, kus kitsepiima kalgendi moodustumise (K_{20}) ja pH vahel olulist statistilist seost ei leidnud. Antud töö tulemus on kooskõlas Talach (2013) järeldustega, kus madala pH väärtuse juures moodustub kalgend paremini.

Kalgendi tugevuse (A_{30}) vahel leiti positiivne oluline seos laktoosi ($r=0,42$, $p<0,01$) ja karbamiidi vahel ($r=0,60$, $p<0,001$), kus tugevam kalgend moodustus siis, kui laktoosi ja karbamiidi sisaldused olid kõrgemad (tabel 10). Samad järeldused oma magistritöö põhjal tegi ka Kask (2020) lambapiima kalgendi tugevuse (A_{30}) ja laktoosisisalduse vahel.

Oluline negatiivne seos leiti kalgendi tugevuse (A_{30}), soomaatiliste rakkude skoori ($r=-0,45$, $p<0,01$) ja pH väärtuse ($r=-0,37$, $p<0,05$) vahel, kus tugevam kalgend moodustus siis, kui

somaatiliste rakkude arv ja pH väärtus olid väiksemad (tabel 10). Mis on kooskõlas ka Kask (2015) saadud uurimusega, kus kalgendi tugevuse (A_{30}) ja pH väärtuse vahel leiti oluline negatiivne seos.

Mittelaapuvateks loeti piimaproovid, kus kalgendi tugevus $A_{30}=0$ osutus halvasti laapuvateks, kalgendi tugevus oli väiksem kui 25mm, hästi laapuvateks neid, mille kalgendi tugevus oli üle 25mm. Kalgendi tugevuse alusel jagati piimaproovid kahte gruppi: ühe grupi moodustasid hästi laapuvad piimaproovid ning teise halvasti- või mittelaapuvad piimaproovid. Hästi laapuvaid piimaproove oli kokku 36 (85,7%), halvasti laapuvaid oli neli (9,5%) ja mittelaapuvaid piimaproove oli kaks (4,8%). Koostiskomponentide keskmisi sisaldusi võrreldi hästi laapuvates ja halvasti või mittelaapuvates piimaproovides (tabel 11).

Hästi laapuvatel piimaproovidel oli rasva ja valgu sisaldus madalam, kui halvasti või mitte laapunud piimaproovidel, kuid see ei olnud statistiliselt oluline erinevus.

Laktoosi, somaatiliste rakkude skoori (SRS) ja pH näitajad olid hästi laapuvates piimaproovide kõrgemad kui halvasti või mittelaapuvates piimaproovides, kuid see ei olnud statistiliselt oluline erinevus (tabel 11).

Ainuke koostisnäitaja, mille sisaldus erines statistiliselt hästi laapuvate ja halvasti või mittelaapuvate proovide vahel, oli karbamiidisaldus 0,001 (tabel 11). Mida suurem oli karbamiidi sisaldus, seda paremini laapuvad piimad ja mida madalam karbamiidi sisaldus seda halvemini laapuvad piimad või ei laapunud üldse. Lehmapiima uuringud on näidanud aga vastupidist seost, piima karbamiidi kontsentratsioon üle 49 mg/100ml (8,17 mmol/L) pikendab piima laapumise aega ja vähendab kalgendi tugevust, seetõttu sisaldavad need juustud ka rohkem vett. (Martin *et al.* 1997) Eelnimetatud autori väide ei ole kooskõlas antud töö tulemustega.

Üheks põhjuseks, miks piima valgu ja laapumisenäitajate vaheline seos ei olnud oluline ja korrelatsioon oli võrreldes Clark ja Sherbon (2000) ja Vacca *et al.* (2018) uurimuses tooduga vastupidise suunaga, võis tuleneda söödaratsiooni tasakaalustamatusest, mis võis viia piimas madalama valgu ja kõrgema karbamiidisalduseni.

Tabel 11. Kitsepiima koostiscomponentide keskmine sisaldus laapuvates ning halvasti- ja mittelaapuvates proovides ja p-väärtus

Näitaja	Hästi laapuvad	Halvasti, - ja mittelaapuvad	p-väärtus
Rasv %	3,64	3,84	0,679
Valk %	3,09	3,18	0,537
Laktoos %	4,49	4,39	0,282
SRS	6,00	5,45	0,077
Karbamiid mg/l	506	337	0,001
pH	6,65	6,13	0,321

Märkused: SRS – soomaatiliste rakkude skoor, * p<0,05; *** p<0,001

KOKKUVÕTE

Magistritöö käigus koostati kirjanduse ülevaade kitsepiima koostisest ja füüsikalise-keemilistest omadustest (külmumistäpp, happesus, tihedus) ja ka tehnoloogilistest omadustest (laapumisomadused). Kitsepiima koostist on varasemalt ka uuritud, kuid monitooringut kitsepiima koostise ja laapumiomaduste kohta ühe aastase perioodi jooksul varem teostatud ei ole. Antud töö põhjal saab väita, et kitsepiimal on sobilikud koostisnäitajad ja laapumisomadused kvaliteetsete kitsepiimatoodete valmistamiseks, eriti paistsid silma talvekuudel mõõdetud koostisnäitajate sisaldused ning sellega kaasnesid ka paremad kitsepiima laapumisomadused.

Magistritöö eesmärk oli uurida, kitsepiima koostist, laapumisomadusi ja nende omavahelisi seoseid ühe kitsefarmi segupiima aastase monitooringu jooksul. Antud uurimus viidi läbi ajavahemikul 14.02.2019 kuni 06.06.2020 Andri-Peedo kitsefarmis, mis oli üks osa suuremast BioCC projektist EU48686 Healthy Food. Uurimuses kasutati ühe kitsefarmi segupiima, kokku 42 proovi. Kitsepiimast määrati järgmised näitajad: rasv, valk, laktoos, somaatilised rakud, karbamiidi sisaldus, pH ja laapumisnäitajad (laapumise aeg, kalgendi moodustumise intensiivsus ja kalgendi tugevus 30 minuti möödumisel).

Antud magistritöö andmetele tuginedes järeldatakse järgmist:

- Andri-Peedo farmist kogutud kitsepiima keskmine rasvasisaldus oli 3,69%, valgusisaldus 3,14%, laktoosisisaldus 4,48%, somaatiliste rakkude skoor oli 6,0, keskmine karbamiidi sisaldus 504 mg/l ning pH keskmine väärtus 6,7;
- kitsepiima keskmine laapumise aeg (R) oli 13,41 minutit, kalgendi tugevus 30 minuti möödudes (A_{30}) 36,72 mm ning kalgendi moodustumise intensiivsus (K_{20}) 4,10 minutit;
 - kitsepiima proovidest laapusid hästi 85,7%, laapusid halvasti 9,5% ning üldse ei laapunud 4,8%;
- kõige rohkem varieerus koostisnäitajatest somaatiliste rakkude arv, mille variatsioonikoefitsient oli 86,1%. Kõige vähem varieerusid pH ja laktoos (variatsioonikoefitsendid vastavalt 0,6% ja 3,8%).

- laapumisnäitajatest varieerusid kõige rohkem võrreldes teiste laapumisnäitajatega kalgendi laapumise intensiivsus (K_{20}) ja laapumise aeg (R), mille variatsioonikoefitsendid olid siis vastavalt 63,0 % ja 68,8 %. Kõige vähem varieerus kalgendi tugevus 30 minuti möödumisel (A_{30}), mille variatsioonikoefitsent oli 31,1%.
- kalendrikuude lõikes koostisnäitajatest varieerusid enim rasv, valk, SRS ja karbamiid ning kõige vähem laktoos. Laapumisnäitajatest varieerusid kõige rohkem kalgendi moodustumise intensiivsus (K_{20}) ja laapumise aeg (R);
 - rasvasisaldus oli kõige kõrgem jaanuaris 2020 (4,37) ja kõige madalam juulis 2019 (2,98%), mis oli statistiliselt oluline tulemus ($p=0,001$);
 - valgusisaldus oli kõrgem veebruaris 2019 (3,52%) ja kõige madalam sisaldus juulis 2019 (2,59%), mis oli statistiliselt oluline tulemus ($p<0,001$);
 - laktoosisisaldus oli kõige kõrgem märtsis 2019 (4,60%) ja kõige madalam tulemus juulis 2019 (4,17%), mis oli statistiliselt oluline erinevus ($p > 0,001$);
 - kõige madalam somaatiliste rakkude skoor mõõdeti aprillis 2020 (5,81) ning kõige kõrgem skoor aprillis 2019 (6,15), mis oli statistiliselt oluline tulemus ($p<0,001$);
 - karbamiidisisaldus oli kõige madalam märtsis 2019 (443 mg/l) ning kõige kõrgem oktoobris 2019 (639 mg/l), mis oli statistiliselt oluline tulemus ($p<0,001$);
 - laapumise aeg oli kõige lühem augustis 2019 (8,40 min) ning kõige pikem veebruaris 2019 (21,22 min), mis oli statistiliselt ainuke oluline erinevus kõigi laapumisnäitajate vahel ($p<0,05$).
- Piima koostis ja laapumisnäitajate vahel esines mitmeid olulisi seoseid:
 - kitsepiim, mis sisaldas rohkem rasva, sisaldas ka rohkem valku ($r=0,77$, $p<0,001$);
 - piima pH väärtus oli madalam, kui piim sisaldas rohkem valku ($r=-0,31$, $p<0,05$), rasva ($r=-0,40$, $p<0,01$), ja karbamiidi ($r=-0,46$, $p<0,01$).
 - madalama somaatiliste rakkude arvuga piimas oli pH väärtus kõrgem ($r=0,38$, $p<0,05$) ja karbamiidi sisaldus suurem ($r=-0,36$, $p<0,01$);
 - kui piima laapumise aeg oli lühem, siis kalgend moodustus intensiivsemalt ($r=0,36$, $p<0,05$) ja moodustunud kalgend oli tugevam ($r=-0,76$, $p<0,001$).
- piima laapumisomadusi mõjutasid oluliselt kõik uuritud piima koostisnäitajad:

- pH mõjutas oluliselt kalgendi moodustumise intensiivsust. Madalama pH väärtuse korral moodustus kalgend intensiivsemalt ($r=0,72$, $p<0,001$);
- kui kitsepiimas oli rohkem rasva ($r=0,45$, $p<0,01$) ja valku ($r=0,72$, $p<0,001$), ning vähem laktoosi ($r=-0,32$, $p<0,05$) ja karbamiidi ($r=-0,46$, $p<0,01$) ning soomaatiliste rakkude arv oli suurem ($r=0,41$, $p<0,01$), siis laapumise aeg oli pikem;
- võrreldes hästi laapuvate piimaproovidega ei erinenud halvasti-, ja mittelaapuvate piimaproovide rasva, valgu ja laktoosi sisaldused ning pH väärtus statistiliselt oluliselt, kuid karbamiidi sisaldus ja soomaatiliste rakkude skoor oli hästi laapuvates piimades suurem.

Edasiste uuringute käigus võiks kaasata rohkem farme ning suurendada valimit, et saada täpsemaid tulemusi ja suurendada nende usaldusväärsust. Täiendavaid uuringuid vajaksid ka kitsepiima koostise ja laapumisomaduste seosed juustu väljatuleku ja kvaliteedi näitajatega.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Abbas, H.M., Hassan, F.H.M., Abd El-Gawad, M.A.M., Enab, A.K.** (2014). Physicochemical Characteristics of Goat's Milk .- Life Science Journal. Vol. 11(1s).
- Alhussien, M.N., Dang, K .A.** (2018). Milk somatic cells. factors influencing their release future prospects and practical utility in dairy animals: An overview .- Vet World.Vol. 11(5): Pp. 562–577. [10.14202/vetworld.2018.562-577](https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.562-577)
- Aliaga, L.I., Diaz-Castro. J., Alferez, M .J.M., Barrionuevo, M., Campos, M.S .A.** (2010). Review of the nutritional and health aspects of goat milk in cases of intestinal resection. Dairy Science and Tech. Issue. 9. Pp. 611-622.
- Al-Saadi, J.S ., Shaker, K., Ustunol, Z.** (2014). Effect of heat and transglutaminase on solubility of goat milk protein-based films. - International Journal of Dairy Technology. Vol. 67(3). Pp. 420 –426.
- Ambrosoli, R., Stasio, L., Mazzocco, P.** (1988). Content of %1 -Casein and Coagulation Properties in Goat Milk.- Journal Dairy Science. Vol. 71. Pp. 24-28.
- Antunac, N., Samarsija, D., Havranek, J.L ., Pavic, V., Mioc, B.** (2001). Effect of stage and number of lactation on chemical composition of goat milk .- Czech Journal Animal Science Uzpi (Czech Republic).Vol. 46 (12). Pp. 548-553.
- Argov-Argaman, N., Had, O., Glasser, T., Muklada, H., Dvash, L., Mesilati-Stahy, R., Landau, S.Y.** (2016). Milk fat globule size, phospholipid contents and composition of milk from purebred and Alpine-crossbred Mid-Eastern goats under confinement or grazing condition .- International Dairy Journal. Vol. 58. Pp. 2–8.
- Assadi, M.M ., Pourahmad, R ., Moazami, N.** (2000). Use of isolated kefir starter cultures in kefir production .- World Journal of Microbiology Biotechnology. Vol. 16. Pp. 541–543.
- Attaie, R ., Richter, R.L.** (2000). Size distribution of fat globules in goat milk. Journal of Dairy Science. Vol. 83. Pp. 940–944.
- Bagnicka, E., Winnicka, A., Jóźwik, A., Rzewuska, M., Strzałkowska, N., Kościuczuk, E., Prusak, B., Kab., J., Horbańczuk, J., Krzyżewski. J.** (2011). Relationship between somatic cell count and bacterial pathogens in goat milk. - Small Ruminant Research. Vol. 100. Issue 1. Pp. 72-77.
- Balthazar, C.F., Pimentel, T.C., Ferrao, L.L., Almada, C.N., Santillo, A., Albenzio, M., Mollakhalili, N., Mortazavian, A.M., Nascimento, J.S ., Silva, M.C., Freitas, M.Q., Sant'Ana, A.S., Granato, D., Cruz, A.G.** (2017). Sheep Milk: Physicochemical

- Characteristics and Relevance for Functional Food Development .- Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Vol. 16.
- Barłowska, J., Szwajkowska, M., Litwinczuk, Z., Kr´ o, J.** (2011). Nutritional Value and Technological Suitability of Milk from Various Animal Species Used for Dairy Production.- Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Vol. 10.
- Bauman, D.E., Griinari, J.M.** (2001). Regulation and nutritional manipulation of milk fat: Low-fat milk syndrome. - *Livestock Production Science*. Vol. 70. Pp. 15–29.
- Bhosale, S.S., Kahate, P.A., Kamble, K., Thakare, V., M., Gubbawar, S.G.** (2009). Effect of Lactation on Physico-Chemical Properties of Local Goat Milk. - *Veterinary World*. Vol. 2(1). Pp. 17-19.
- Bittante, G., Penasa, M., Cecchinato, A.** (2012). Invited review: Genetics and modeling of milk coagulation properties. - *Journal Dairy Science*. Vol. 95. Pp. 6843–6870.
- Boyazoglu, J., Morand-Fehr, P.** (2001). Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality A critical review. - *Small Ruminant Research*. Vol. 1. Issue. 40. Pp.1–11.
- Božanić, R., Tratnik, Lj., Drgalić, I.** (2002). Goat's milk: characteristics and possibility. - *Mljekarstvo/Dairy*. Vol. 52. Pp. 207–237.
- Büeler, T.** (2005). Casein-Polymorphismus und gerinnungsrelevante Eigenschaften von Milch Schweizerischer Ziegenrassen, Doctoral Thesis, ETH Zurich Research Collection.
- Carlsson, J., Bergstrom J., Pehrson, B.** (1995). Variations with Breed, Age, Season, Yield, Stage of Lactation and Herd in the Concentration of Urea in Bulk Milk and Individual Cow's Milk. - *Agricultural Sciences*. Vol. 36. Pp. 245-254.
- Ceballos, L ,S ,, Morales, E ,R ,, Torre Adarve, G ,, Castro, J ,D ,, Martinez, L ,P ,, Sampelayo, M.R.S.** (2009). Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. - *Journal Food Composition and Analysis*. Issue. 22. Pp. 322-329.
- Clark, S., Sherbon, J.W.** (2000). Alpha₁-casein, milk composition and coagulation properties of goat milk. - *Small Ruminant Research*. Vol. 38. pp. 123-134.
- Conesa, C., Sanchez, L., Rota, C., Perez, M., Calvo, M., Farnoud, S.** (2008). Isolation of lactoferrin from milk of different species; calorimetric and antimicrobial studies. - *Comp Biochem Physiol*. Vol. 150. Pp. 131-139.
- Curro, S., March, M.D., Claps, S., Salzano, A., Palo, P.D., Manuelian, C.L., Neglia, G.** (2019). Differences in the Detailed Milk Mineral Composition of Italian Local and Saanen Goat Breeds .- Department of Agronomy, Food, Natural Resources. Animals and Environment, University of Padova, Viale dell'Università.
- Díaz-Castro, J., Hijano, S., Alférez, M.J.M., López-Aliaga, I., Nestares, T.** (2010). Goat milk consumption protects DNA against damage induced by chronic iron overload in anaemic rats. *International Dairy Journal*. Vol. 20. Issue. 7. Pp. 495-499.

- Dimitrova, T., Stoycheva, S., Ivanova, S.** (2020). Fatty acids profile and Scientific Papers. Series D . Animal Science. Vol. LXIII. No. 1.
- FAOSTAT.** (2019). The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. [veebileht] www.fao.org/faostat/en/ (05.05.2020)
- Fantuz, F., Polidori, F., Cheli, F., Baldi, A.** (2001). Plasminogen Activation System in Goat Milk and its Relation with Composition and Coagulation Properties. - American Dairy Science Association . Journal Dairy Science. Vol. 84. Pp. 1786–1790.
- FAOSTAT.** (2020). The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. [veebileht] <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/milk-composition/en/> (11.10.2020)
- Greppi, G.F., Roncada, P., Fortin, R.** (2008). Protein Components of Goat's Milk. – Dairy Goats Feeding and Nutrition. UK. Pp. 71 – 92.
- Guo, M.R., Dixon, P.H., Park, Y.W., Gilmore, J.A., Kindstedt, P.S.** (2001). Seasonal Changes in the Chemical Composition of Commingled Goat Milk. - Journal of Dairy Science Vol. 84. Pp. E79-E83.
- Haenlein, G.F.W.** (2004). Goat milk in human nutrition. Small Ruminant Research. Vol. 51. Pp. 155-163.
- Hameed, A., Hussain, M., Akhtar, S.** (2016). Lactation Responses toward Milk Indigenous Enzymes .- Institute of Food Science & Nutrition. Faculty of Agricultural Sciences. Bahauddin Zakariya University. Multan. Pakistan [e-ajakiri] [DOI:10.5772/66392](https://doi.org/10.5772/66392) (05.11.2020).
- Hanuš, O., Tomáška, M., Hofericová, M., Vyletělova-Klimešová, M., Klapáčová, L., Jedelská, R., Kološta, M.** (2015). Relationship between freezing point and raw ewes' milk components as a possible tool for estimation of milk adulteration with added water. - Journal of Food and Nutrition Research. Vol. 54. No. 4. Pp. 281–288.
- Horne, D.S., Banks, J.M.** (2004). Rennet-induced coagulation of milk. Vol. 1. In: Fox PF, McSweeney PLH Timothy MC, Timothy PG (eds) Cheese: chemistry, physics and microbiology , Elsevier Academic Press, London. Pp. 47–70. [on-line] ebrary (05.10.2020).
- Hui, J.H.** (2006). Handbook of food science, technology and engineering. - Taylor & Francis Group. Vol. 1. Pp. 2-7. [on-line] ebrary (05.10.2020).
- Hyslop, D.B.** (2003). Enzymatic Coagulation of Milk , Advanced Dairy Chemistry—1 Proteins. Pp. 839-878.
- Idamokoro, E.M., Muchenje, V., Masika, P.J.** (2017). Yield and Milk Composition at Different Stages of Lactation from a Small Herd of Nguni, Boer, and Non-Descript Goats Raised in an Extensive Production System. - Department of Livestock and Pasture Science. University of Fort Hare.

- Inglingstad, R.A., Eknæs, M., Brunborg, L., Mestawet, T., Devold, T.G., Vegarud, G.E., Skeie, S.B.** (2016). Norwegian goat milk composition and cheese quality: The influence of lipid supplemented concentrate and lactation stage. - *International Dairy Journal*. Vol. 56. Pp. 13–21.
- Jantšova, B., Dračková, M., Navrátilová, P., Hadra, L., Vorlová, L.** (2007). Freezing point of raw and heat-treated goat milk. - *Acta Vet. Brno*. Vol. 82. Pp.187-190.
- Jenness, R.** (1980). Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968-1979.- *Journal Dairy Science*. Vol. 63. Pp. 1605-1630.
- Jenness, R., Parkash, S.** (1971). Lack of a fat globule clustering agent in goats' milk. - *Journal Dairy Science*. Vol. 54. Pp. 123–126.
- * **Juarez, M., Ramos, M.** (1986). Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow milk. In: *International Dairy Federation (Ed.). Proceedings of the IDF Seminar Production and Utilization of Ewe's and Goat's Milk*, Bulletin No. 202. Athens, Greece. Pp. 54–67, viidatud: Park, Y.W., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G.F.W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. Vol. 68. Pp. 88–113.
- Kask, Gertrud.** 2020. Lambapiima koostis ja osakeste suurusjaotus ning nende mõju piima laapumisomadustele. Magistritöö. Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut. Tartu. 69. lk.
- Kask, Kerli.** (2015). Kaseiiniosakeste suuruse mõju uurimine juustupiima kalgendi tugevusele. Magistritöö. Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut. Tartu. 63. lk.
- ***Kessler, H.G.** (1984). Effects of the technological processes on the freezing point of milk. *Milchwissenschaft*. Vol. 39. Pp. 339–341, viidatud: Jantšova, B., Dračková, M., Navrátilová, P., Hadra, L., Vorlová, L. (2013). Freezing point of raw and heat-treated goat milk. - *Acta Vet. Brno*. Vol. 82. Pp. 187-190.
- Kondyli, E., Katsiari, C., Voutsinas, L.P.** (2007). Variations of vitamin and mineral contents in raw goatmilk of the indigenous Greek breed during lactation. - *Food Chemistry*. Vol. 100. Issue. 1. Pp. 226-230.
- Kübarsepp, I., Henno, M., Viinalass, H., Sabre, D.** (2005). Effect of κ -casein and β -lactoglobulin genotypes on the milk rennet coagulation properties. - *Agronomy Research* 3. Vol.1. Pp. 55–64.
- Kumar, A.Y., Singh, J., Kumar, S.Y.** (2016b). Composition, nutritional and therapeutic values of goat milk: A review. - *Asian Journal Dairy & Food Res*. Vol. 35. Pp. 96-102.
- Kumar, H., Yadav, D., Kumar, N., Seth, R., Goyal, A.K.** (2016a). Nutritional and nutraceutical properties of goat milk - a review. - *Indian Journal Dairy Science*. Vol. 69. Pp. 513–518.

- *Lavigne, C., Zee, J.A., Simard, R.E., Beliveau, B.** (1989). Effect of processing and storage conditions on the fate of Vitamins B1, B2, and C and on the shelf-life of goat's milk. *Journal Food Science*. Vol. 54. Pp. 30-34, viidatud: Kondyli, E., Katsiari, M.C., Voutsinas, L.P. (2007). Variations of vitamin and mineral contents in raw goatmilk of the indigenous Greek breed during lactation. - *Food Chemistry*. Vol. 100. Issue 1. Pp. 226-230.
- Lemay, P., Oesper, R.** (1986). Michel Eugene Chevreul (1786–1889). - *Journal of Chemical Education*. Vol. 25. Pp. 62-70.
- Lima, M.J.R., Teixeira-Lemos, E., Oliveira, J., Teixeira-Lemos, L.P., Monteiro, A.M., Costa, J.M.** (2017). Nutritional and Health Profile of Goat Products: Focus on Health Benefits of Goat Milk. [e-ajakiri] <https://www.intechopen.com/books/goat-science/nutritional-and-health-profile-of-goat-products-focus-on-health-benefits-of-goat-milk#B24> (03.02.2021)
- Loewenstein, M., Speck, S.J., Barnhart, H.M.** (1980). Research on goat milk products: a review *Journal Dairy Science*. Vol. 63. Pp. 1631-1648.
- Lu, M., Shiau, Y., Wong, J., Lin, R., Kravis, H., Blackmon, T., Pakzad, T., Jen, T., Cheng, A., Chang, J., Ong, E., Sarfaraz, N., Wang, N.S.** (2013). Milk Spoilage: Methods and Practices of Detecting Milk Quality. - *Food and Nutrition Sciences*. Vol. 4. Pp. 113-123. [dx.doi.org/10.4236/fns.2013.47A014](https://doi.org/10.4236/fns.2013.47A014)
- Mahmood, A., Sumaira, U.** (2010). A Comparative Study on the Physicochemical Parameters of Milk Samples Collected from Buffalo, Cow, Goat and Sheep of Gujrat, Pakistan. - *Pakistan Journal of Nutrition*. Vol. 9 (12). Pp.1192-1197.
- Mansson, H.L.** (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food & Nutrition Research*. Vol. 52.
- Martin, B., Coulon, J.B., Chamba, J.F., Bugaud, G.** (1997). Effect of milk urea content on characteristics of matured Reblochon cheeses. - *Academic Journal of Nutrition*. Vol. 3. Pp.30-39.
- Martínez-Ferez, A., Rudloff, S., Guadix, A., Henkelb, C.A., Pohlentzc, G., Bozaa, J.J.** (2006). Goats' milk as a natural source of lactose-derived oligosaccharides: Isolation by membrane technology. - *International Dairy Journal*. Vol. 16. Pp. 173-181.
- Martín-Ortiz, A., Salcedo, J., Barile, D., Bunyatratchata, A., Moreno, F.J., Martín-Garcia, I.** (2016). Characterization of goat colostrum oligosaccharides by nano-liquid chromatography on chip quadrupole time-of-flight mass spectrometry and hydrophilic interaction liquid chromatography-quadrupole mass spectrometry. - *Journal of Chromatography A*. Vol. 1428. Pp. 143-153.
- Martín-Ortiz, A., Barile, D., Salcedo, J., Moreno, F.J., Clemente, A., Ruiz-Matute, A.I.** (2017). Changes in caprine milk oligosaccharides at different lactation stages analyzed by high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry. - *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 65. Pp. 3523-3531.

- Mattar, R., Campos Mazo, D.F., Carrilho, F.J.** (2012). Lactose intolerance: diagnosis, genetic, and clinical factors. - *Clinical and Experimental Gastroenterology*. Pp. 113-121.
- Matto, Johanna.** 2019. Kitsepiima koostise ja kaseinimitsellide suuruse mõju piima laapuvusele. Bakalaureusetöö. Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut. Tartu. 50. lk.
- Mayer, H.K., Fiechter, G.** (2013). Physicochemical characteristics of goat's milk in Austria- seasonal variations and differences between six breeds. - *Dairy Science & Technology*, EDP sciences/Springer. Vol. 92 (2). Pp. 167-177. [ff10.1007/s13594-011-0047-0](https://doi.org/10.1007/s13594-011-0047-0)
- McMahon, D.J., Brown, R.J.** (1982). Evaluation of Formagraph for Comparing Rennet Solutions- Department of Nutrition and Food Sciences. Vol. 65. Pp. 1639 – 1642.
- Mehra, R., Kelly, P.** (2006). Milk oligosaccharides: Structural and technological aspects. - *International Dairy Journal*. Vol. 16. Pp. 1334-1340.
- Meitern, Madli.** (2015). Eesti kitsepiima keemilise koostise, füüsikaliskeemiliste omaduste ja rasvakuulikeste suurusjaotuse uurimine. – Magistritöö. Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut. Tartu. 75 lk.
- *Meisel, H.** (1993a). Food Proteins: Structure and Functionality. -VCH Weinheim, New York, viidatud: Greppi, G.F., Roncada, P., Fortin, R. (2008). Protein Components of Goat's Milk – Dairy Goats Feeding and Nutrition, UK. Pp. 71 – 92.
- *Meisel, H.** (1993b). New Perspective in Infant Nutrition. - Thiemme Stuggart, New York, viidatud: Greppi, G.F., Roncada, P., Fortin, R. (2008). Protein Components of Goat's Milk – Dairy Goats Feeding and Nutrition, UK. Pp. 71 – 92.
- *Meisel, H.** (1997). Biochemical properties of regulatory peptides derived from milk proteins. - *Biopolymers* Vol. 43. Pp.119–128, viidatud: Greppi, G.F., Roncada, P., Fortin, R. (2008). Protein Components of Goat's Milk – Dairy Goats Feeding and Nutrition, UK. Pp. 71 – 92.
- Mioč, B., Prpić, Z., Vnučec, I., Barać, Z., Sušić, V., Samaržija, D., Pavić, V.** (2008). Factors affecting goat milk yield and composition. Department of Animal Science.
- *Morand-Fehr, P.** (1996). Il latte di capra per l'alimentazione umana, le ultime novità, *Caseus*. Vol. 4. Pp. 53–56, viidatud: Greppi, G.F., Roncada, P., Fortin, R. (2008). Protein Components of Goat's Milk – Dairy Goats Feeding and Nutrition, UK. Pp. 71 – 92.
- Muehlhoff, E., Bennett, A., McMahon, D.** (2013). Milk and Dairy Products in Human Nutrition.- Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), Rome. Pp. 303-304.
- *Park, Y.W.** (2006). Goat milk—chemistry and nutrition Park, Y.W., Haenlein, G.F.W. (Eds.), *Handbook of Milk of Non-bovine Mammals*, Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames, Iowa. Pp. 34-58, viidatud: Park, Y.W., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G.F.W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. - *Small Ruminant Research*. Vol. 68. Pp. 88–113.

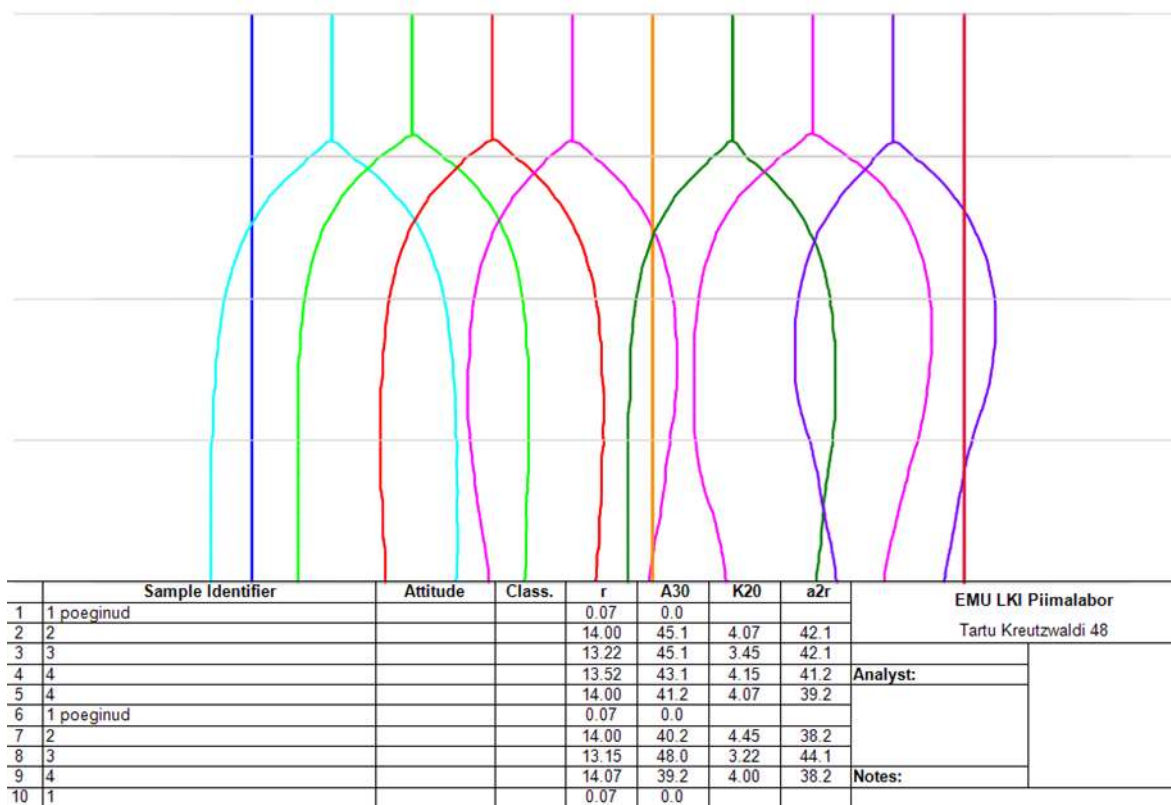
- Park, Y.W.** (2010). Goat Milk Products: Quality, Composition, Processing, and Marketing. - Agricultural Research Station. - Agricultural Research Station, Fort Valley State University, Fort Valley, Georgia, U.S.A.
- Park, Y.W., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G.F.W.** (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. - Small Ruminant Research. Vol. 68. Pp. 88–113.
- Pietrzak-Fiećkoo, R., Kamelska-Sadowska, A.M.** (2020). The Comparison of Nutritional Value of Human Milk with Other Mammals' Milk Nutrient. Vol. 12. Pp. 1404. [10.3390/nu12051404](https://doi.org/10.3390/nu12051404)
- Ramos-Pereira, J., Rios, E., A., Rodríguez-Calleja, J.M., Santos, J.A., López-Díaz, T.M.** (2018). Goat's Milk from North-Western Spain. - Department of Food Hygiene and Food Technology, University of Leon, Spain. Pp. 39-44.
- Rapetti, L., Colombini, S., Galassi, G., Crovetto, G.M., Malagutti, L.** (2014). Relationship between milk urea level, protein feeding and urinary nitrogen excretion in high producing dairy goats. - Small Ruminant Research. Vol. 121. Pp. 96–100.
- Raynal – Ljutovac, K., Gaborit, P., Lauret, A.** (2005). The relationship between quality criteria of farms, processing units and local markets in Burkina Faso – Food Control. Vol. 60. Pp. 167 – 177.
- Raynal-Ljutovac, K., Park, Y .W., Gaucheron, F., Bouhallab, S.** (2007). Heat stability and enzymatic modifications of goat and sheep milk. - Small Ruminant Research. Vol. 68. Pp. 207–220.
- Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., Chilliard, Y.** (2008). Composition of goat and sheep milk products: An Update.- Small Ruminant Research. Vol. 79. Pp. 57–72.
- *Reinert, P., Fabre, A.** (1996). Utilisation du lait de chèvre chez l'enfant , Expériences de Créteil , In: Freund, G. (ed.) Intérêts Nutritionnel et Diététique du Lait de Chèvre , INRA Editions, Versailles, France. Pp. 119–121. Viidatud: Greppi, G.F., Roncada, P., Fortin, R. (2008). Protein Components of Goat's Milk – Dairy Goats Feeding and Nutrition, UK. Pp. 71 – 92.
- *Restani, P., Gaiaschi, A., Plebani, A., Beretta, B., Cavagni, G., Fiocchi, A., Poiesi, C., Velina, T., Ugazio, A.G., Galli, C.L.** (1999). Cross-reactivity between milk proteins from different animal species, Clinical and Experimental Allergy. Vol. 29. Pp. 997–1004, viidatud: Greppi, G .F., Roncada, P., Fortin, R. (2008). Protein Components of Goat's Milk – Dairy Goats Feeding and Nutrition, UK. Pp. 71 – 92.
- Ribeiro, A.C., Ribeiro, S.D.A.** (2010). Specialty products made from goat milk. - Small Ruminant Research. Vo. 89. Issues 2–3. Pp. 225-233.
- Schepers, A.J., Meijer, R.G.M.** (1988). Evaluation of the Utilization of Dietary Nitrogen by Dairy Cows Based on Urea Concentration in Milk.- Journal Dairy Science. Vol. 88. Pp. 579 – 584.

- Shahani, K.M., Harper, W.J., Jensen, R.M., Parry, R.M., Zittle, C.A.** (1973). Enzymes in Bovine Milk: A Review. - Journal Dairy Science. Vol. 56. Pp. 531 – 543.
- *Singhal, R.S., Kulkarni, P.R., Rege, D.V.** (1997). Handbook of indices of food quality and authenticity.- Woodhead Publishing Limited, Cambridge England. Pp. 168–174, viidatud: Jantšova, B., Dračková, M., Navrátilová, P., Hadra, L., Vorlová, L. (2013). Freezing point of raw and heat-treated goat milk. - Acta Vet , Brno. Vol. 82. Pp. 187-190.
- Slacanac, V., Bozanic, R., Hardi, J., Rezessy, J., Lucan, M., Krstanovic, V.** (2010). Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. - Faculty of Food Technology. Vol. 63. Pp. 171- 189.
- Slaghuys, B.A.** (2001). The freezing point of authentic and original farm bulk tank milk in The Netherlands. - International Dairy Journal. Vol. 11. Pp. 121–126.
- *Spuergin, P., Walter, M., Schiltz, E., Deichmann, R., Forster, J., Mueller, H.** (1997). Allergenicity of α -casein from cow, sheep and goat allergy. - Vol. 52. Pp. 293–298, viidatud: **Greppi, G.F., Roncada, P., Fortin, R.** (2008). Protein Components of Goat's Milk – Dairy Goats Feeding and Nutrition, UK. Pp. 71 – 92.
- Stocco, G., Pazzola, M., Dettori, M.L., Paschino, P., Bittant, G., Vacca, G.M.** (2018). Effect of composition on coagulation, curd firming, and syneresis of goat milk. - Journal of Dairy Science Vol.101 No. 11.
- Stocco, G., Dadousis, C., Vacca, G.M., Pazzola, M., Paschino, P., Dettori, M.L., Ferragina, A., Cipolat-Gotet, C.** (2021). Breed of goat affects the prediction accuracy of milk coagulation properties using Fourier-transform infrared spectroscopy. - Journal Dairy Science. Vol. 104. Pp. 3956–3969.
- Talach, A.** (2013). Determination of relation between α S1 casein concentration and coagulation properties of goat milk. Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. Uppsala 2013.
- Tatar, V., Mootse, H., Sats, A., Mahla, T., Kaart, T., Poikalainen, V.** (2015). Evaluation of size distribution of fat globules and fat and protein content in Estonian goat milk. - Agronomy Research. Vol. 13. Issue. 4. Pp. 1112–1119.
- Todaro, M., Scatassa, M.L., Giaccone, P.** (2005). Multivariate factor analysis of Girgentana goat milk composition. - Italian Journal of Animal Science. Vol. 4:4. Pp. 403-410. DOI: [10.4081/ijas.2005.403](https://doi.org/10.4081/ijas.2005.403)
- Topnik, K.** (2019). Lehmapiima koostise aastaringne muutumine ja selle mõju piima laapuvusele.- Magistritöö. Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut. Tartu. 52 lk.
- Vacca, G.M., Stocco, G., Dettori, M.L., Pira, E., Bittante, G., Pazzola, M.** (2018). Milk yield, quality, and coagulation properties of 6 breeds of goats: Environmental and individual variability. - Journal of Dairy Science. Vol. 101. Issue. 8. Pp. 7236-7247.

- * **Walstra, P., Jenness, R., Badings, H.T.** (1984). Dairy Chemistry and Physics , Wiley, New York. Pp. 467, viidatud: Clark, S., Sherbon, J.W. (2000). Alphas1-casein, milk composition and coagulation properties of goat milk. - Small Ruminant Research. Vol. 38. Issue 2. Pp.123-134.
- Wang, C., Lou, X., Wang, J.** (2016). Fatty Acid Composition and Fat Stability of Raw Milk and Pasteurized Milk from Laoshan Goats- Journal of Agricultural Science. Vol. 8. No. 6.
- Watson, P.D., Tittsler, R.P.** (1961). The Density of milk at low temperatuures.- Eastern Utilization Research and Development Division, USDA, 2 Washington 25, D.C.
- Weston, M., Kuchel, R.P., Ciftci, M., Boyer, C., Chandrawat, R.** (2020). A polydiacetylene-based colorimetric sensor as an active use-by dateindicator for milk. - Journal of Colloid and Interface Science. Vol. 572. Pp. 31-38.
- Zenebe, T., Ahmed, N., Kabeta, T., Kebede, G.** (2014). Review on Medicinal and Nutritional Values of Goat Milk. - Acadademic Journal of Nutrition. Vol. 3. Pp. 30–39. [DOI: 10.5829/idosi.aj.n.2014.3.3.93210](https://doi.org/10.5829/idosi.aj.n.2014.3.3.93210)

LISAD

Lisa 1. Laapumisdiagrammide väljavõte seadmest Lattodinamografo LDG v2. 0



Lisa 2. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Gatriin Pikkmets,

sünniaeg 02.02.1989,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

Laktatsiooniperioodi mõju kitsepiima koostisele ja laapumisoamdustele, mille juhendajad on Vilma Tatar, Ivi Jõudu ja Liis Lutter,

1. 1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1. 2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1. 3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(allkiri)

Tartu, 24.05.2021

Juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele,

Ivi Jõudu _____

(juhendaja nimi ja allkiri)

24.05.2021

(kuupäev)

Vilma Tatar _____

(juhendaja nimi ja allkiri)

24.05.2021

(kuupäev)

Liis Lutter _____

(juhendaja nimi ja allkiri)

24.05.2021

(kuupäev)